GEOLOGISKA FÖRENINGENS
I STOCKHOLM
FÖRHANDLINGAR.
BAND 45. HÄFT. 6—7. N:o 355.

The Rocks and Contact Minerals of Tennberg.

By

HARRY VON ECKERMANN.

Contents.

Page
Introduction 467
Description of the locality 468
The Tennberg granite 469
General description and chemical composition 469
Description of the minerals 473
The mineralogical and chemical alteration of the granite in the direction towards the limestone contact 480
The contact rocks 484
The garnet rock 484
The vesuvianite rock 488
The wollastonite-diopside rock 502
The Wollastonite 502
The Diopside 504
The limestone and its minerals 508
The light-green diopside 508
The dark-green diopside 509
The chondrodite 511
The phlogopite and penninite 512
The spinel and periclase 513
Accessory minerals of the contact zone 513
The dyke rocks 515
Pegmatitic high-tension contact formations 515
Dykes of the Mansjö-type 515
Dykes of the Quartz-vein-type 516
Meta diabase 518

The mineral paragenesis of the Tennberg contact minerals 518
Statistical synopsis 518
The development of the paragenesis 519
Genetic comparison with Pargas and Mansjö 529
Conclusions regarding the assimilation of limestones by magmas . . . 530
Summary 531
Bibliography 535
List of plates 536
List of new analyses 537

Introduction.

M. WEIBULL described in 1895 (15) a large number of beautiful vesuvianite crystals from the limestone quarry of the Tennberg, in the southernmost part of the parish of Ludvika, about 6 miles from the iron ore field of Grängesberg, in Dalecarlia. The following year he added to the description (14) an orientating account of the limestone quarry and the surrounding granite. Simultaneously, he discussed the constituent-formula of the vesuvianite on the basis of an analysis he had himself carried out.

As, in this account, WEIBULL did not, however, deal in detail with the relative conditions existing between the vesuvianite and the other contact minerals, and as he only touched on these latter, I determined last year, in connection with my earlier investigations regarding the genesis of the contact minerals of the limestone of the Mansjö Mountain (1) to endeavour to extend, if possible, the earlier work, and to look for the contacts between the limestone and the surrounding granite, which, as stated by WEIBULL, were covered and hidden by earth, and by this means elucidate the succession of the minerals.

During my two visits to Tennberg I have been accompanied by G. AHLMANN, Mining Engineer, to whom I take this opportunity of conveying my thanks for all the valuable help he gave me in collecting samples. I also owe a debt of gratitude to the Managers of the GRÄNGESBERG MINES, who kindly allowed me the assistance of miners for the blasting work necessary for exposing the contacts and getting out samples, and also to A. ROMÁN, mining surveyor, who carried out the measurements and contour drawings for the field-map of the limestone quarry at Tennberg, on which I have based my petrographical map of the district.

For the analytical treatment of the material I have had the advantage of obtaining the skilful assistance of Dr. N. SAHLBOM and Dr. G. K. ALMSTRÖM. I have myself carried out three analyses, each of which, with one exception, constitutes an average of parallel tests.

Unless where otherwise stated, the optical and physical determinations have been executed in accordance with the same methods as those employed in my Mansjö paper (1. pp. 207—208).

All the analyses and determinations carried out by me have been done at my private research institute at Ljusne.

Description of the locality.

The position of Tennberg is seen by Fig. 18, Pl. XIII, where the limestone occurence is marked by two black dots and where there is shown the path leading from the power-station dam, to the west of Hellsjön, up to the outcrop on the hill top. As will be seen from the larger geological map (Pl. XIV), I have found in my investigation, two limestone quarries in the mountain, the larger one already described by Weibull (Fig. 1) and a smaller, lying to the north of the first. As, in both cases, the contact- and mineral formations proved to be fully analogous, I have restricted my detailed investigations entirely to the first-named.

On visiting the locality I discovered that Weibull's description, — which, according to his own account, was based on merely a cursory field examination —, was in many respects erroneous, being probably grounded mainly on samples obtained from the waste dump. Otherwise he could hardly have escaped observing in the field the finely exposed contacts between the surrounding granite and the limestone, which immediately verify Weibull's supposition that the limestone here forms a fragmentary formation, a xenolith which has sunk into the granite magma, and which contacts, both in his sketch and his description, he has located beneath the earth-cover outside the limestone quarry.

As a matter of fact, the contact can be traced continously all the way round the rim of the limestone, where it runs horizontally somewhat more than half-way up the ten-metres high southern wall of the quarry (Cfr. fig. 1 and Profile, Pl. XV), with a dip of 45°—50° southward, and vertically along the crown of the equally steep, northern quarry-wall.

The indentically same extremely regular contact-formation is found surrounding the entire limestone body, if we except the outermost western point, where, locally, a somewhat divergent mineral formation has occurred (Pl. XV). On crossing the normal contact, coming from the surrounding gray granite, it is seen how the latter becomes more and more of a light red in towards the limestone and, in patches, acquires the pegmatitic habit already noticed by Weibull. Then it rapidly grows more finely grained and, after a sharply marked boundary, loses its dark minerals and is transformed into an almost white. plagioclase-quartz rock, with a shade of pink, containing almost colourless pyroxene which latter, in its turn, is replaced by zoisite and scapolite. It finally ends in a decimetre wide band, consisting almost entirely of quartz, lying contiguous to a sometimes several decimeters broad zone of red-brown garnet-rock which, in its turn, turns into a still broader zone of grayish-green vesuvianite.

Inside the vesuvianite there runs a narrow, often interrupted belt of a dark grayish-green diopside, which is separated from the limestone by a broad zone of radiating wollastonite.

If this transformation of rock and minerals be examined in detail we obtain the following results:

The Tennberg Granite.

General description and chemical composition.

The granite is normally a gray biotite-granite of a medium coarseness (Figs. 2 and 3) and rich in potassium, the felspars of which consist mainly of microcline and albite, partly in characteristic microperthitic- and cryptoperthitic combinations of growth. The felspars have been described in detail and examined analytically by WEIBULL, to whose accounts I refer the reader and from which I would merely point out the relation Ab_1Mi_3 in normal granite, and Ab_5Mi_4 in the granite nearer to the limestone contact (14. pp. 74—82).

WEIBULL also describes a secondary albite formation within the microcline, accompanied by evidences of strong pressure in the form of crushed and optically non-uniform minerals, in which connection the secondary albite occurs in the form of lamellæ on the basal plane and possibly after (801) in the felspar, with a highly undulating extinction.

I have found this albite formation occasionally in the normal gray granite, but mainly, in that part of the granite, which has been influenced by the contact, and which lies in the vicinity of the limestone, so that the phenomenon stated by WEIBULL to be secondary, normally and consistently forms a final accentuated link in the contact metamorphism, to which fact I shall return later on.

The actual mineral composition of the normal granite is seen in detail in Analysis I, in the accompanying table below, which has been carried out on material obtained about 250 metres north-north-east of the large limestone quarry.

	I			II		
	%	Mol. pr.	Mode %	%	Mol. pr.	Mode %
SiO_2	72.10	119.60	Quartz . . . 26.2	72.05	119.49	Quartz . . . 29.
TiO_2	0.28	0.35	Microcline (perthitic) . 43.8	0.30	0.37	Microcline (perthitic) . 37.
P_2O_5	0.06	0.04	Albite . . . 21.8	0.06	0.04	Albite . . . . 23.
Al_2O_3	13.01	12.73	Chlorite + Biotite . . 4.6	13.20	12.91	Biotite + Chlorite . . 7.
Fe_2O_3	2.47	1.55	Epidote . . . Orthite . . . Zircon . . . } 3.6	1.95	1.22	Epidote . . . Orthite . . . Zircon . . . } 3.
FeO	1.32	1.84	100.0	1.63	2.27	100.
MnO	0.03	0.04		0.04	0.06	
CaO	1.31	2.34		1.36	2.42	
MgO	0.53	1.31		0.56	1.39	
K_2O	5.61	5.96		5.42	5.75	
Na_2O	3.39	5.47		3.40	5.48	
H_2O + ...	0.38	2.11		0.31	1.72	
	100.49			100.28		
H_2O −				0.22		
Spec. wt.	2.631			2.636		

The specific weights have all been determined by the writer.

I. Biotite-granite from Tennberg, 240 meters distance from the limestone. Anal. N. Sahlbon

II. Biotite-granite from Tennberg, 75 meters distance from the limestone. Anal. H. v. Ecker mann.

Osann's system gives the following values:

	I.	II.	III.	IV.	V.
S	78.40	78.51	78.26	75.86	76.80
A	7.49	7.37	6.79	7.28	4.50
C	0.85	1.10	1.86	1.86	6.23
F	4.89	4.52	4.28	5.77	1.71
a	17.0	17.5	16.0	14.5	11.0
c	2.0	2.0	4.0	4.0	15.0
f	11.0	10.5	10.0	11.5	4.0
k	1.52	1.54	1.60	1.43	1.87
n	4.78	4.88	4.68	2.36	8.74

III			IV			V		
%	Mol. pr.	Mode %	%	Mol. pr.	Mode %	%	Mol. pr.	Mode %
71.91	119.30	Quarts . . 32.3	70.15	116.33	Quartz . . 24.0	70.90	117.67	Quartz . . 35.7
0.20	0.25	Microcline (perthitic) 27.2	0.10	0.12	Microcline + Ortoclase 35.5	0.00	—	Sericite . . Pseudomorfs after Microcline . . } 6.5
0.09	0.06	Albite . . . 23.6 (An_7Ab_{93} and Ab_{100})	0.20	0.14	Oligoclase-Albite ($An_{16}Ab_{84}$) 26.2	tr.	—	Andesine ($An_{37}Ab_{63}$) 48.7
13.67	13.38	Hastingsite + Biotite + Chlorite . 10.9	14.00	13.70	Hornblende + Chlorite + Diopside-Microlites } 13.6	16.80	16.44	Diopside-Augite . . 6.5
0.99	0.62	Zoisite . . 1.2	0.41	0.26		0.07	0.04	Zoisite . . 1.0
		Prehnite . . 2.6						Prehnite . . 1.2
2.50	3.48	Titanite . . 0.6	2.58	3.59	Titanite . . 0.2	0.66	0.92	Orthite . . Zircone . . Apatite . . } 0.4
0.07	0.10	Apatite . . Zircone . . Orthite . . Ores . . . } 1.6	0.07	0.10	Apatite . . Zircone . . Orthite . . } 0.5	0.01	0.01	100.0
1.59	2.84	100.0	2.10	3.74	100.0	6.05	10.79	
0.69	1.71		1.51	3.75		0.14	0.35	
5.20	5.52		6.04	6.44		0.83	0.88	
3.01	4.84		2.93	4.72		3.73	6.02	
0.47	2.61		0.37	2 05		0.53	2.94	
100.39			100.46			99.72		
0.20			0.14			0.07		
2.616			2.611			2.602		

II. Hornblende-granite from Tennberg, 5 meters from the limestone contact. Anal. N. Sahlbom

IV. Dense hornfelsic biotite-hornblende-granite from Tennberg, close to the utmost western point of the limestone. Anal N. Sahlbom.

V. Plagioclase-quartz contact rock, 1 meter from the limestone. Anal N. Sahlbom.

which refer the rocks to:

Type Formula:	*Type:*
I. $S_{78\cdot5}\ a_{17}\ c_2\ f_{11}\ n_{4\cdot8}\ k_{1\cdot52}$	No. 6. Uthammar ($S_{80}\ a_{17}\ c_2\ f_{11}\ n_{5\cdot4}\ k_{1\cdot65}$).
II. $S_{78\cdot5}\ a_{17\cdot5}\ c_2\ f_{10\cdot5}\ n_{4\cdot9}\ k_{1\cdot54}$	No. *6.* Uthammar ($S_{80}\ a_{17}\ c_2\ f_{11}\ n_{5\cdot4}\ k_{1\cdot65}$).
III. $S_{78}\ a_{16}\ c_4\ f_{10}\ n_{4\cdot7}\ k_{1\cdot60}$	No. 12. Alby ($S_{79}\ a_{17\cdot5}\ c_{3\cdot5}\ f_9\ n_{4\cdot4}\ k_{1\cdot62}$).
IV. $S_{76}\ a_{14\cdot5}\ c_4\ f_{11\cdot5}\ n_{2\cdot4}\ k_{1\cdot43}$	No. 13. Rödklöv ($S_{76\cdot5}\ a_{14}\ c_{3\cdot5}\ f_{12\cdot5}\ n_5\ k_{1\cdot48}$).
V. $S_{76\cdot5}\ a_{11}\ c_{15}\ f_4\ n_{8\cdot7}\ k_{1\cdot87}$	— wanting — — — — — — — —

Using the qualitative system, the norms of the rocks are:

	I		II		III		IV		V	
	Toscanose		*Toscanose*		*Toscanose*		*Toscanose*		*Yellowstonose*	
Quartz . . .	27.32	Σ Sal = 93.24	27.74	Σ Sal = 93.34	28.52	Σ Sal = 92.65	22.19	Σ Sal = 89.89	32.99	Σ Sal = 96.18
Orthoclase .	33.39		32.10		30.70		35.73		4.92	
Albite . . .	29.46		28.82		25.77		24.72		31.66	
Anorthite . .	3.07		4.68		7.25		7.25		26.61	
Corundum . .	—		—		0.41		—		—	
Diopside . .	2.71	Σ Fem = 6.76	1.39	Σ Fem = 6.54	—	Σ Fem = 7.23	1.40	Σ Fem = 9.92	2.97	Σ Fem = 3.06
Hypersthene			1.70		5.28		7.48		—	
Magnetite . .	3.60		2.83		1.39		0.70		0.09	
Ilmenite . .	0.45		0.56		0.45		0.15		—	
Apatite . . .			0.06		0.11		0.19		—	
	100.00		**99.88**		**99.88**		**99.81**		**99.24**	

The biotite, forming part of the Mode of analysis I, and which is described by Weibull, is, to the greatest extent, transformed into chlorite, in addition to which, the extremely beautifully crystallized orthite (Pl. V, Fig. 5) is hydrated and isotropic. These two features, together with the comparatively rich occurence of light-green epidote, and the great sericitisation and kaolinisation of the felspars, all point to a magma with a high percentage of volatile compounds, mainly water.

Therefore it is that I consider the formation of the above mentioned hydrous minerals as the final hydatogenous reaction-features in the magma, i. e., as transformation of the primary minerals at the moment of solidification, all of which minerals, with the exception of the ferro-magnesium silicates, retained, in the main, their primary structural features. The secondary albite injection, specially mentioned above, serves, too, to connect this interpretation with R. J. Colony's corresponding studies of the final consolidation phenomena in the crystallization of igneous rocks.[1]

In opposition to Weibull, I have not discovered *titanite* as an integral part of the *normal* granite otherwise than exceptionally; this granite, on the other hand, appears to bear titanium in the form of numerous rutile-needles in the biotite- and chlorite crystals.

As I found, however, that, as the limestone-percentage increases, the titanite successively replaces the rutile in the direction towards the limestone contact, and that, simultaneously, the granite undergoes considerable alterations in its mineral composition, — alterations which are not only restricted to the relative increase (observed by Weibull) of the sodium-percentage in the felspars —, I submitted these alterations to analytical tests, the results of which will be found under II, III, IV and V in the table above. Of these, II, III and V show the normal graduation towards the limestone; IV an abnormal form of development of the granite close to the left point of the limestone lens. The position of the localities dealt with by the analyses is shown by the petrographic map, Pl. XIV.

---

[1] The Journ. of Geology, Vol. XXXI, 1923, pp. 169—178.

The actual alterations of the mineral composition is read at once from the modes given in the table above. If the alteration of the minerals due to contact-reaction is examined separately in thin sections, the following interesting and characteristic features are found.

Description of the minerals.

Felspars: While as a rule, the microcline in the typical granite is completely unaltered, and the albite highly metamorphically pigmented, the condition of things towards the limestone-contact is reversed, the metamorphic pigmentation of the plagioclase growing less marked, and the microcline breaking up, more and more, into muscovite and quartz. A relative albite enrichment takes place. It is not before we reach the immediate neighbourhood of the limestone that there is found a noticeable absorption of CaO, in which connection the albite presents a zonal structure with more acid kernel, and is gradually transformed into a basic felspar which, however, reaches a limiting value at An_{37}, where, simultaneously, the plagioclase appears to be of more homogenous composition. I have formerly discovered a corresponding equilibrium An_{38} in the case of the Mansjö granite (3. pp. 348—349) which, if respect be paid to the difficulty in obtaining sharp determinations in consequence of the great pigmentation in the case of the Mansjö plagioclase, can be said to be absolutely identical with that now found at Tennberg, An_{37}.

In this connection, it may be of interest to point out how this equilibrium-position is also found outside the pure limestone-contact transformations. N. SUNDIUS, for instance, in his important work on the Geology of the Åtvidaberg district (10, p. 25), points out that in the recrystallized rocks, the plagioclases of not more than 40 % An have been stable, and he states (10, p. 100) that the plagioclase, — anorthite especially —, is more stable during transformation than the potassic felspars. In this instance, the An-percentage increases from being 7 to 10 % in the plagioclase of the dark schists in the ore-bearing zones, up to 15—25 %, i. e., to about the equilibrium-position given by me from the Mansjö-Mt. and Tennberg.

Together with a maximum absorption of Ca in the plagioclase, there is a complete disappearance of the microcline. Schematically, this disintegration of the microcline can be imagined thus:

$$\underset{\text{Microcline}}{3(K,Na)_2Al_2Si_6O_{16}} + 2H_2O = \underset{\text{Muscovite}}{H_4(K,Na)_2Al_6Si_6O_{24}} + \underbrace{12SiO_2 + 2(K,Na)_2O}_{I}$$

$$H_4(K,Na)_2Al_6Si_6O_{24} = \underbrace{2H_2O + (K,Na)_2O + 3Al_2O_3 + 6SiO_2}_{II}$$

On the first decomposition of the microcline, there is thus formed a »dry» reaction-residue (I) which, first, enters into the process of the mineral formation with the limestone in the contact (Wollastonite), and, on the succeeding decomposition of the remaining muscovite, there is formed a »wet» component (II) which enters into the same process of mineral formation at a later stage (Vesuvianite).

In a structural respect, the perthitic combinations of the felspars become coarser and coarser towards the limestone, and granophyric structures dominate before they are finally replaced by a hornfelsic pavement-structure.

The biotite. WEIBULL has already pointed out the chloritisation of the biotite »here and there». As far as I have found, this chloritisation is the rule, and the chlorite dominates at the expense of the biotite. In the direction towards the limestone, however, there begins a marked diminution of the chloritizing and, simultaneously, there makes its appearance — often in parallel combination with the mica — a deep blue amphibole, unnoticed by WEIBULL, which, finally, entirely dominates quantitatively over the former mineral.

WEIBULL has given the axial-angle of the biotite as $2E = 10 — 15°$, while I have observed an evident diminution of it in the direction towards the limestone, and have found it to consist only of some degrees $2V = 2 — 3°$ in those instances where the mica appears simultaneously with the amphibole.

The absorption I have found to be

$$\alpha = \text{straw-yellow} > \beta = \gamma = \text{brownish-green to dark green.}$$

The amphibole. This consists, partly, of ordinary green hornblende but, in the direction towards the limestone, it is transformed into a bluer hornblende, which is highly pleochroic, according to the scheme:

$$\alpha = \beta = \text{green} > \gamma = \text{bluish green.}$$

This is found in badly developed crystals, 1.0 to 0.4 mm in size, which, megascopically, are of a dark black green and which, by their disappearance, mark the boundary between the granite and the white contact rock. Its optical character is negative. The axial angle is very small, and varies in such a way that, towards the limestone contact, it approaches zero, and the mineral becomes, practically speaking, uni-axial. The axial-plane lies at right angles to the elongation, and the axial-dispersion is great, $r > \varrho$.

The following optical constants have been determined:

$$2V \underset{\text{obs.}}{=} \text{about } 2^{\circ}$$

$$(\gamma - \alpha)_{\text{na}} \underset{\text{obs.}}{=} 0.002$$

$$c : \beta = 20^{\circ}$$

In consequence of the dark natural colour, it has not been possible to carry out the determinations with absolute exactness on the turning-stage of the microscope. An attempt to discover and isolate pure crystals large enough for the grinding of an oriented section, was unsuccessful.

The optical characteristics place the hornblende nearest in the normal-symmetrical hastingsite group, as the latter has been defined by QUENSEL (9, p. 146), even if the considerably smaller optic angle and the lower extinction angle constitute a marked difference between the Almunge- and the Tennberg hastingsite. In the latter instance, however, it lies very close to the hastingsite-like hornblende (10) described by N. SUNDIUS from the red alkaline gneiss-granite, rich in albite, of the Åtvidaberg district, from which it is distinguished, however, by the normal symmetrical position of the axial plane (cfr. p. 483). Unfortunately, it has not been possible to isolate material for analysis, but, from the rock analysis itself (N:o III), compared with the mode, it is seen that the mineral must be rich in ferrous iron and comparatively poor in magnesia, so that, analytically too, it is in agreement with what has hitherto been known of the amphiboles of the hastingsite group.

The diopside-augite. This completely replaces the amphibole in the light quartz-plagioclase zone in the immediate neighbourhood of the contact. The transition from the darker amphibole-bearing rock to the light pyroxene-bearing is, macroscopically, very sharply defined. Beneath the microscope, however, there can be observed how a number of hastingsite crystals in the neighbourhood of the transitional border enclose pyroxene cores, and also how the pyroxene is sometimes surrounded by, partially, highly iron-oxide pigmented fringes of amphibole. The pyroxene, too, in the transition-zone, is highly pigmented with brown-red flakes, and grains which, in patches, make the mineral almost opaque, while in the limestone contact, close by, it is perfectly clear.

As a rule, the pyroxene appears in grains of such small dimensions that very great difficulty was encountered in the efforts to separate material for analysis, but a fortunate accident put me in possession of a sample where a concentration of pyroxene crystals had taken place, and from which, after much labour, by means of separation in heavy liquids, a mineral specimen of fairly satisfactory purity was obtained.

I had at my disposal no more than 0.9236 grammes, so that I did not carry out any checking analysis, but I think that no great error has been committed anywhere during the analysis, so that the result of the examination, given below, may be taken as being correct:

	VI	VI a	A
SiO_2	45.32	75.16	53.56
Al_2O_3	11.04	10.81	0.26
Fe_2O_3	0.36	0.23	2.75
FeO	10.22	14.22	8.69
CaO	28.34	50.53	30.16
MgO	2.54	6.30	1.70
K_2O	0.11	0.12	0.21
Na_2O	2.01	3.24	2.64
H_2O + 110°	0.22	1.22	—
	100.16	—	99.97

VI. Diopsidic augite taken from the quarts-plagioclase rock of the Tennberg granite.

VI a. Molecular-proportions of VI.

A. Diopside-like augite from Onnadani Prode Echigo, Japan. Analy. H. Yoshido (Minerals of Japan, by T. Ogawa, Tokyo 1904, p. 124).

The analysis displays an essential deviation from the normal augite analyses, both by the low percentage of magnesia and by the unusually high percentage of lime. The only analysis I have been able to discover in the literature, which shows any relationship, is that of the Japanese diopside-augite given above under A, whose percentage of ferric oxide is, however, considerably greater, and which is in almost complete want of alumina.

Like the Japanese pyroxene, the Tennberg diopsidic augite seems as though it can be considered as a combination of, mainly, the silicates $CaSiO_3$, $CaFeSi_2O_6$ and $NaFeSi_2O_6$, and I have calculated its schematic composition as follows:

$CaSiO_3$	26.1 %
$Ca(Al, Fe)_2SiO_6$	24.4 %
$CaFeSi_2O_6$	27.1 %
$CaMgSi_2O_6$	13.8 %
$(NaK)FeSi_2O_6$	8.6 %
	100.0 %
SiO_2 excess	0.4 %

The genetically related hastingsite formerly described, consequently, displays a marked chemical relationship to the augite, by its high percentage of ferrous, and its low percentage of ferric iron.

In colour, the mineral is a light greenish white, with scarcely noticeable pleochroism. There occur irregularly limited crystal grains, 0.3 to 1 mm in size, sometimes with twinning along (100). Its optical character is positive and $\varrho > v$, with a more marked dispersion of the one axis than of the other. The following optical constants have been determined:

$$2V_{Na} \text{ Obs.} = 56^\circ\,35'$$
$$2V_{Ta} \text{ Obs.} = 55^\circ\,45'$$
$$2V_{Na} \text{ Cal.} = 55^\circ\,12'$$
$$(\gamma - \alpha)_{Na} \text{ (Obs.)} = 0.0261$$
$$(\gamma - \beta)_{Na} \text{ (Obs.)} = 0.0206$$
$$(\beta - \alpha)_{Na} \text{ (Obs.)} = 0.0055$$
$$\alpha_{Na} \text{ (Cal.)} = 1.7105$$
$$\beta_{Na} \text{ (Obs.)} = 1.7160$$
$$\gamma_{Na} \text{ (Cal.)} = 1.7366$$
$$\gamma : c = 43^\circ\,48'.$$

Optically, therefore, the mineral lies close to the diopsides, although the high angle of extinction and the lower optic angle bring it closer to the normal augite.

I have, consequently, noted the mineral as a diopsidic augite.

The epidote minerals appear in two genetically different groups.

The first embraces the well-crystallized hydrous orthite of the normal granite, with a shell of light-green epidote. This epidote is also found as rounded grains, or in fairly large grain-aggregates surrounded by biotite, chlorite and ordinary hornblende, and is, apparently, a reaction-product of the decomposition of the hornblende in its last stage of crystallization.

It is markedly pleochroic in yellowish-green to yellow-white, with a double refraction $(\gamma - \alpha)_{Na} = 0.048$

and $2V_{Na} = 73^\circ 36'$.

The optical character is negative and the extinction $c : \alpha$ has been measured at 4.5.

If we here apply the optical constants found by GOLDSCHLAG for the epidote series, we should, consequently, have an epidote with c:a 33 % molecular-percentage of iron-epidote.

The more the amphibole percentage increases at the expense of the biotite and the chlorite onwards to the limestone contact, the more does this iron-epidote disappear from the granite, and is replaced, in part, by a weakly bi-refractive zoisite.

When, finally, the hornblende is transformed into hastingsite, the epidote-mineral disappears, practically speaking, entirely. At the same time, the orthite displays anisothropic, not hydrated crystals.

The second epidote group forms a transformation-product of the diopsidic augite, and consists of a clinozoisite of anomalous lavender-blue interference colours, sometimes including a faint light-green epidote.

In the direction towards the contact, the diopside-augite becomes gradually surrounded by a radial reaction-rim of epidote and clinozoisite which finally, altogether replace the pyroxene, and which border direct against the plagioclase and the quartz. The iron-percentage of the epidote is, however, considerably lower than it was in the first group.

In certain cases — not to say in most instances — the transformation takes a step farther than it does in the rock analyzed under V. Immediately close to the almost pure quartz rock which constitutes the outermost link in the transformation of the granite above, the epidote mineral goes over into scapolite and stays in the form of larger or smaller remainders inside the middle of the mass of scapolite crystals which have crystallized around them.

The refraction and bi-refringence of the scapolite have been determined at

$$\omega_{Na} = 1.593$$

$$\varepsilon_{Na} = 1.555$$

$$(\omega - \varepsilon)_{Na} = 0.038$$

$$\left(\frac{\omega + \varepsilon}{2}\right)_{Na} = 1.574$$

values which, on SUNDIUS' curve, give a carbonate-mejonite of the following approximate composition: $Ma_{25}Me_{75}$. I have also observed some scapolite of the bi-refringence $(\omega - \varepsilon)_{Na} = 0.0305$, which indicates the presence of a chlor-scapolite of the composition $Ma_{22}Me_{78}$.

Schematically, the transformation-sequence just described can be given by means of the following formula-series:

$$1)\quad \underset{\text{Augite-silicate}}{3CaAl_2SiO_6} + 3SiO_2 + CaO + H_2O = \underset{\text{Clino-zoisite}}{Ca(OH)_2 \cdot 3CaAl_2Si_2O_8}$$

where the silica and water are supplied during their movement towards the contact, and the lime during its wandering towards the granite from the contact.

$$2)\quad \underset{\text{Clino-zoisite}}{Ca(OH)_2 \cdot 3CaAl_2Si_2O_8} + CO_2 = \underset{\text{Carbonate-mejonite}}{CaCO_3 \cdot 3CaAl_2Si_2O_8} + H_2O$$

in which series the carbonic acid is supplied, during the movement towards the granite, from the contact where it has been released on the formation of the lime-minerals, and the water is carried off to assist in the formation of vesuvianite in the contact zone.

GOLDSCHMIDT describes how in the Christianiafield (6, p. 309) epidote occurs together with scapolite and as an alteration product of the latter, giving the reaction formula as:

$$Ca_4Al_6Si_6O_{25} + H_2O = H_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}.$$

This is the reverse of Tennberget, where undoubtedly the scapolite is the younger. It looks to me as if the Christiania-epidote took the place of the vesuvianite formation instead (Cfr. p. 502).

The prehnite traverses the other minerals as a fissure-filling. It increases towards the contact zone, and is finally displaced by quartz. The fissures are seen to radiate from the same zone.

The prehnite appears partly as crystallized in radial fans, and partly as isometric grains. Its dispersion is $\varrho > \nu$. Its optical character is positive and its maximum bi-refringence $(\gamma - \alpha) = 0.031$ in the case of the radiating type. This is, therefore, in agreement with the secondary Mansjö prehnite (1, p. 377).

The optical characteristics of the grain type have been found to be somewhat different.

$$2V_{Na}\,(\text{Obs.}) = 54^\circ\,54'$$
$$2V_{Na}\,(\text{Cal.}) = 55^\circ\,26'$$
$$(\gamma - \alpha)_{Na}\,(\text{Obs.}) = 0.0350$$
$$(\gamma - \beta)_{Na}\,(\text{Obs.}) = 0.0278$$

$$(\beta - \alpha)_{Na} \text{(Obs.)} = 0.0072$$
$$\alpha_{Na} \text{(Cal.)} = 1.6148$$
$$\beta_{Na} \text{(Obs.)} = 1.6220$$
$$\gamma_{Na} \text{(Cal.)} = 1.6498$$

$(\gamma - \alpha)$ is unusually high $(\beta - \alpha)$ and β are unusually low, nearing the values of the datolith, but the optical sign excludes the possibility of mistake and the reason may be a rather large percentage of water in the mineral.

The mineralogical and chemical alteration of the granite in the direction towards the limestone contact.

It has already been pointed out that the alterations of the biotite, orthite and felspars, together with the decrease of the first epidote-group and the new-formation and scapolitizing of the second one, must signify a wandering towards the contact of volatile constituents, water especially.

In the same way, the mineral formation, in the case of felspars, clino-zoisite and prehnite, points to a supply from the contact of CaO, and, in the case of the scapolite, to a streaming of CO_2 into the granite on the formation of the »skarn»-minerals of the limestone.

The analyses-series of the normal contact alterations which are shown by analyses I, II, III and V, confirm this to a certain extent. The percentage of lime rises from 1.31 to 6.05 % simultaneously with a displacement of the proportion $FeO : Fe_2O_3$ from 0.53 to 9.43 %. If we neglect analysis V, i. e., that of the innermost contact zone, where an iron enrichment of the limestone-contact minerals has evidently taken place, this reversion of the proportion $FeO : Fe_2O_3$ signifies — not a removal of Fe_2O_3 but a reduction of ferric to ferrous iron. This is shown by the, practically speaking, constant total percentages of iron which, in I, II and III, amount to 2.73, 2.63 and 2.63 %, respectively. In the case of the last two analyses as compared with the first, we have, in this connection, to pay respect to the relative diminution in the total amounts of iron percentages which has arisen as a consequence of the additional supply of CaO.

If on the other hand, the alteration in the proportion $FeO : Fe_2O_3$ should depend on the CO_2, an oxidation of the iron must be expected, which is the opposite of the state of things observed.

The reduction of the iron must, consequently, be explained in some other way, viz., by the reducing action of carbonic oxide, in which connection the concentration of the carbonic oxide together with the prevailing temperature have, in combination, been determinative of the mineral formation. To explain the apparent transport of the ferric iron toward the contact the following reaction-course may be brought to our assistance:

$$Fe_3O_4 + CO \rightleftarrows 3\ FeO + CO_2$$

which reaction was made known by FINDLEY's investigations (5. p. 313), and whose stability curve is given in Fig. 17.

The explanation of the opposing conditions between the binding of CO_2 by the scapolite, and the action of CO on the granite lying outside, lies, however, in the formation — to be described later on — of the typical limestone-contact minerals. As we see from their analyses (vesuvianite p. 491, and the garnet rock p. 487), they contain together a considerable surplus of ferric iron as compared with the ferrous.

The CO_2-gas, released on the »skarn»-alteration of the limestone has in part, — in certain localities where the scapolite formation is wanting in the quartz plagioclase-rock perhaps altogether —, consequently been transformed into CO, while giving off oxygen for the oxidation of the iron; i. e., the reaction given above has at the contact run to the left. In the granite, therefore, there has radiated out mainly CO-gas, and, under any circumstance, the concentration of the CO_2-gas has been so low that the reaction-course in the solidifying granite magma has gone to the right.

I shall return in a later chapter (p. 529) to the deductions respecting temperature and pressure which can be drawn from the above reasoning.

The successive transition towards the limestone-contact of the hornblende into hastingsite, and of the latter into diopside-augite, points to a crystallization in rising concentration of CO.

In the literature I have found some rocks which may possibly derive their characteristic ferro-percentages from the same causes.

P. QUENSEL's monography of the Almunge alkaline rocks is, in this connection, of special interest.

The umptekite and the canadite of Almunge (Sweden) carries, besides an arfvedsonitic hornblende, the hastingsite, previously referred to. No doubt the alkaline basic magma, which filled the volcanic »neck» of Almunge, contained a large amount of CO_2-gas, as revealed by the presence of cancrinite and calcite in the canadite. The analyses published by QUENSEL (9. p. 193) all show a high content of ferrous iron but while the ratio $RO:R_2O_3$ is 7:1 in the umptekite where the hastingsite plays the dominant part, it is only 4:1 in the canadite, where the arfvedsonitic hornblende is in evidence. Very interesting features are also the radiating »reaction-rims» of diopside crystals round the hastingsite of the umptekite, as described by QUENSEL (9. p. 173), as they suggest an increasing concentration of CO and a decreasing one of volatile compounds, in full analogy with the transition from hastingsite-granite to plagioclase-diopside-rock at Tennberg.

This analogy confirms QUENSEL's view of the canadites as remains of the older magma which first filled the volcanic channel, during which period some of the CO_2 was consumed, partly by oxidizing ferrous to ferric iron, and partly by entering into the mineral-compounds (cancrinite). It also infers, that the assimilation of limestone as a probable cause of the formation of the alkaline-rocks, mainly took place during the genetic period of the canadites, when a CO_2-concentration was in evidence, while, during the time of the umptecitic eruption, the CO prevailed.

But the analogy between Tennberg and Almunge at the same time suggests the possibility of reversing QUENSEL's interpretation, that is, making the canadites the cross-sections of the last active volcanic vents within the already completely or partly solidified umptekite, from where the CO_2 of a rather pegmatitic, basic and hydrous residual magma, by oxidating the ferrous iron, radiated CO into the surrounding umptekite. Such an interpretation may be in harmony with the lower pegmatitic temperature of the oxidation of the iron, but does not fit in with QUENSEL's observations of umptekite-dykes cutting through canadite.

The extraordinary occurrence of vesuvianite in the canadite is also best explained as a concentration of the volatile compounds of the umptekitic magma towards the basic xenoliths of canadite, congruously with the »drying out» of the Tennberg granite by the limestone sponge.

P. ESKOLA (2. p. 18) has described how the limestone at Breivik and Saude, near Larsnes, Gurskö, Norway, is surrounded by a contact-wall of coarse crystalline diopside and microcline, and how the rock, a kilometre west from the limestone, consists chiefly of green diopsidic pyroxene and oligoclase; i. e., a complete parallel to the contact-metamorphic granite given by me above, under analysis V, as quartz- plagioclase rock.

It seems probable to me that the gneiss surrounding the limestone has been transformed by an addition of CaO and submitted to CO-pressure. ESKOLA makes also the true remark:

»Probably such plagioclase-diopside rocks are limited to the vicinity of the occurence of limestone.»

Another example is the granite-type described by SUNDIUS (10. pp. 42—44) from the southern portions of the red alkaline gneiss-granite district in the Åtvidaberg district. This granite type bears, in addition to free albite (An_6—An_{11}) a deep blue hastingsitic hornblende rich in FeO and poor in MgO, which hornblende replaces as much as up to 50 % of the biotite which otherwise occurs there. The optical characteristics of this hornblende are:

$$2\ V = \sim 0^\circ$$

$$c : \gamma = 19^\circ$$

$$\alpha \text{ yellowish-green} < \beta \text{ green} > \gamma \text{ bluish-green}$$

thus nearly allied to those of the Tennberg hastingsite.

This older gneiss granite which, according to SUNDIUS, solidified protoclastically as a border facies around the oligoclase-gneiss-granite, is in close agreement, consequently, both in its general mineral composition and also in its characteristic amphibole with the probably much younger Tennberg granite.

The supposition may, consequently, be made that the latter had obtained its local formation-facies in a similar way, by its being crystallized under powerful CO-concentration in the magma, although, it is true, no limestone occurrences have been shown to exist in the immediate neighbourhood, but which may very well have occurred at an earlier date in connection with the adjacent leptite formation, now being carried away by erosion.

A further example is mentioned in ESKOLA's work on the limestone-gneiss contacts in Massachusetts (3. p. 266), where he mentions EMERSON (4) who, »near» the contacts between the limestone and the Becket granite-gneiss, found two endomorphic contact phenomena:

1) a more basic boundary type, the Lee quartz-diorite, and

2) a more salic type, the »titanite-diopside-diorite-aplite» which EMERSON supposed to represent a product of assimilation of the limestone by the granite-gneiss.

The latter type can be paralleled by the normal quartz-plagioclase boundary facies of the Tennberg granite, analyzed under V, while the first-mentioned has its counterpart in the local, dense biotite-hornblende-granite, analyzed under IV. This abnormal boundary formation, which, otherwise, is found only on the western point of the limestone lens, and which, chemically, is in fairly close agreement with the red hastingsite-granite, analysis III, differs from the latter by its fine-grained, almost dense structure, and the character of its amphibole, being that of an ordinary hornblende, which hornblende, however, judging from its blue colour, is highly actinolitic.

The rock IV borders direct against the limestone contact's contact-minerals, which here are restricted to some garnet and, mainly, diopside, and presents no gradual transition, via the quartzplagioclase rock, to quartz-garnet-rock. There has been here no water-concentration towards the limestone-contact for vesuvianite formation, neither has the lime occurred in sufficient quantity to absorb any considerable amount of silica or fluid constituents. Judging from the dense structure, a somewhat rapid cooling has taken place, and the chemical alteration restricts itself to an absorption by the plagioclase of CaO from the limestone. The potassium-felspar appears as microcline and orthoclase, while the perthitic structural forms are wanting.

The difference between the two contact-types of granite is therefore to be sought for, primarily, in the absorption-capacity of the neighbouring limestone, and, secondarily, in the resulting and varying concentrations of »volatile compounds». It is possible, too, that differences in temperature have played a part. The more rapid cooling of the granite in the one case, therefore, depends on »physico-chemical conditions», as has already been surmised by ESKOLA (3. p. 293) but it is also possible, although not so probable, that it may have been brought about by the western point of the limestone lens, where the abnormal contact-type occurs, having once formed part of a rather large »cold» limestone wall, against which the granite was cooled, and from which the present fragment of rock has been torn.

The Contact Rocks.

The garnet rock.

The diopside-bearing quartz-plagioclase rock which, consequently, forms the normal final contact-transformation of the Tennberget granite, is distinguished from the limestone-contact mineral formation proper by a zone of pure, milk-white quartz, from a few centimetres to a decimetre in breadth, into which the rock is successively transformed. Towards the limestone there appear some few microscopic garnet crystals within the quartz and then, with a sharply defined border towards the quartz, follows the garnet-rock itself. Its thickness varies, but seldom exceeds one and a half decimetre.

The garnet-rock, which is a grossularite, appears in the form of a dense red-brown mass which, however, in the vicinity of the quartz zone, presents cavities, from 5 to 10 mm in diameter, within which the mineral is crystallized in dodecahedrons, sometimes in combination with trigonal trisoctahedrons. There also occur regular crystal facies against the exterior quartz mass, and towards the interior vesuvianite- or wollastonite rock, as well as against the quartz and calcite residues, enclosed in the garnet rock.

Beneath the microscope the garnet presents, in the neighbourhood of the contact towards the wollastonite especially, a marked zonal structure, as well as weak birefringence, with the result that, in the polarized light, it can sometimes only be distinguished with difficulty from the vesuvianite. There is sometimes observed a microcline-like gridiron structure.

I have previously described the same phenomenon from Mansjö Mountain (1. p. 365). In this connection, the outermost zones are always a darker brown than the inner one; i. e. they are, consequently, probably richer in iron.

The red-brown vesuvianite, which is easily mistaken for garnet, as described by WEIBULL (14. p. 91), I have been unable to trace, either in thin sections or in the rock. It appears to me not improbable that it has been confused with the birefringent garnet parts.

The optical characteristics of the grossularite, as compared with the newer determinations from the Mansjö Mountain and Pargas are as follows:

	Tennberg	*Mansjö Mt.*	*Pargas*
	(ECKERMANN)	(ECKERMANN)	(LAITAKARI)
Refraction (det. by prism.)	$n_{Li} = 1.7592$	1.7489	1.738
	$n_{Na} = 1.7633$	1.7531	1.7418
	$n_{Ta} = 1.7746$	1.7646	1.7525
Sp. Wt.	4.076	4.254	—

My above refraction determinations have been carried out with a prism of 8° 32′ refracting edge.

Microscopically, the main mass of the garnet is homogeneous and wants the traversing, narrow vesuvianite prisms distinguishing the otherwise nearly related Mansjö-grossularite of »romanzowite type. The garnet, however, bears enclosures of hedenbergitic diopside, and, occasionally, surplus residues of crystallized quartz and calcite, which latter feature holds good, especially, of the zone nearest to the quartz-plagioclase rock. In this connection, quartz and calcite occur within the same enclosures.

As described before, the garnet is normally limited inwards towards the limestone by vesuvianite, but, towards the apices of the limestone lens, and in certain fissure-fillings traversing the limestone, the grossularite borders on wollastonite instead. In these instances we can clearly observe how the radiating crystal-pencils of wollastonite, like the earlier crystallized, are enclosed by the garnet. Along the crystal faces of the garnet towards the calcium silicate, there also appears an evident accumulation of hedenbergitic rounded grains of diopside. Wollastonite and quartz are also found in contact with each other close to the garnet.

The above-mentioned fissures begin from the inner part of the normal garnet zone, i. e., from the garnet-vesuvianite contact, and traverse the limestone, cutting across both the older contact-mineral formation and an, on a large scale visible, actual or apparent stratification of the main mass of the limestone.

Figs. 9 and 11 shows such a »garnet-dyke», surrounded by a border-zone of wollastonite and narrow streaks of garnet. Fig. 10 is an enlargement of such a small lateral streak, where we can observe how the wollastonite has grown radially from punctiform crystallization-centres, — often consisting of a diopside crystal —, and how, afterwards, the points of the wollastonite needles end in garnet occupying the remaining intermediate space.

I shall return later on (p. 526) to the genetic origin of this apparent stratification of lime-silicate and alumina-iron-lime-silicate.

Analysis VII below has been carried out by K. Almström on a garnet sample, collected by me by means of careful separation in heavy liquids of the pulverized normal garnet-rock. The ferrous iron was determined from material pulverized under absolute alcohol, after which the mineral was dissolved by means of hydrofluoric acid under a paraffin-cover. The water was determined, partly in accordance with Lawrence Smith, at 0.37 %, and, partly in accordance with Penfield, at 0.44 %, which latter, as being the most probable, was used when computing the results of the analysis. A later checking analysis of the FeO gave 2.37 %.

	VII	VII a)	A	B
SiO_2	37.22	61.72	39.46	38.82
TiO_2	0.15	0.19	0.37	1.23
Al_2O_3	15.38	15.05	21.71	15.41
Fe_2O_3	8.52	3.34	0.24	6.87
FeO	2.35	3.27	2.06	2.42
MnO	1.47	2.07	0.12	0.18
CaO	34.07	60.74	34.74	34.63
MgO	0.52	1.26	0.61	tr.
H_2O + 120°	0.44	2.44	0.65	—
	100.12		99.96	99.56
Sp. Wt.	4.076 (ECKERMANN)		4.254 (ECKERMANN)	

VII. Grossularite from Tennberg Mt. Anal. K. ALMSTRÖM.

VII a. Molecular proportions of VII.

A. Grossularite from the lower pegmatite dyke at Mansjö Mt. Anal. H. v. ECKERMANN (1. p. 365).

B. Grossularite from Tara, Pargas, Finland. Anal. E. SANDELIN.

Analysis VII corresponds to the proportion $RO_2 : R_2O_3 : RO = 3.03 : 1 : 3.30$.

This proportion agrees but badly with the garnet-formula, and, on calculating according to the various species of garnets, gives a surplus of CaO and SiO_2 in the proportion of 9 : 1. As the analysis-sample, before being sent to Dr. ALMSTRÖM, was finely pulverized in an agate mortar, and was treated with acetic acid so as to dissolve calcium components, it is hardly probable that any physically enclosed calcite has given rise to this surplus, but there seems to be, in this case, a solid solution of CaO or a presence of orthosilicate. It is possible that part of the lime corresponding to the silica is bound as wollastonite microclites (cfr. 1. p 365).

If we disregard the surplus of CaO and SiO_2 and also the rather high percentage of water, we obtain the following composition of the garnet:

60.8 %	Grossularite
28.2 %	Andradite
5.7 %	Almandite
3.6 %	Spessartite
1.7 %	Pyrope
100.0 %	

What is very striking, is the comparatively high percentage of manganese-garnet, which must come from the granite, although the latter presents only very low percentages of MnO, even if these increase towards the contact, or, from 0.03 to 0.07 %. Consequently, as we shall find that the vesuvianite, to be described later on, also has a high percentage of manganese, there must exist an enrichment of manganese in the contact minerals, a phenomenon which has already been pointed out by GOLDSCHMIDT (6. p. 215), in connection with the Christiania field.

That the manganese does not come from the limestone itself, or only to a small degree from its primary impurities, is seen by WEIBULL's analyses (14. pp. 84—85) which gave:

$$\text{In fine-grained Calcite: } \begin{cases} \text{MnO} + \text{FeO} = 0.13\ \%. \\ \text{MgO} \qquad\qquad\ \ 0.01\ \% \end{cases}$$

$$\text{In coarse-grained Calcite: } \begin{cases} \text{MnO} + \text{FeO} = \ \text{tr.}\ \% \\ \text{MgO} \qquad\qquad\ \ 0.14\ \% \end{cases}$$

The composition of the Tennberg-grossularite, consequently, is on account of its higher percentages of MnO and Fe_2O_3 rather different from the Mansjö grossularite previously analyzed by me, and which has been given above, under Analysis A, for the sake of comparison. It agrees, on the other hand, with the exception if its lower manganese percentage and its higher percentage of titanite, with the analysis of garnet from Tara, at Pargas, given under B.

The mineral paragenesis of grossularite in the contact itself is as follows: quarts, calcite, diopside, wollastonite, vesuvianite.

The vesuvianite-rock.

This appears as a zone within the garnet rock, sometimes as much as half a metre thick. On the side towards the garnet, it is frequently limited by beautiful crystal faces, just as it is with respect to the wollastonite which separates it from the limestone, and to the cavities and enclosures of quartz and calcite.

The mineral, which lies closely to the wollastonite, is almost always traversed by wollastonite needles, which are frequently shown to be genetically older than the vesuvianite, by continuing outside the latter, or having been broken away from the outer, and now differently oriented bedding. This phenomenon has too, been previously noticed by WEIBULL (14. p. 86).

WEIBULL'S statement that the vesuvianite occurs mostly in irregular veins and lenticular masses in the vicinity of the granite contact, is, on the other hand, probably incorrect. It is possible that the vesuvianite may have, in some few instances appeared, like the garnet described above, in some fissure which has cut off a corner of the limestone lens, in which case the vesuvianite would have appeared between the garnet and the wollastonite, in the following order:

»limestone-wollastonite-vesuvianite-garnet-vesuvianite-wollastonite-limestone»,

but, as a rule, it occurs zonally crystallized between the garnet and wollastonite of the great contact.

I have not carried out any measurements of the vesuvianite crystal, but refer to WEIBULL'S careful investigations (2), and give the independent surface-forms and several vicinal surfaces found by him:

(001), (110), (100), (210), (310), (610), (111), (331), (112), (113), (551), (455), (119), (101), (201), (302), (102), (301), (421), (311), (312), (313) and (212).

The, so to speak, »planed-in» grooves, pointed out by WEIBULL, have also been found by me where the vesuvianite has bordered the enclosed calcite- and quartz-residues. WEIBULL has explained this phenomenon by the theory that the calcite already existed in a solid form on the crystallizing of the vesuvianite, giving, as his reason, that the grooves are sometimes reproductions of the twinning-striations of the calcite, and also that vesuvianite-crystals contain enclosures of calcite and diopside. According to WEIBULL, consequently, during the crystallizing of the vesuvianite, there would have been mechanically added solid calcite crystals, which prevented the mathematical limitation of the crystals but not the crystalline growth itself (14. p. 88).

I do not think that this explanation of the phenomenon is the correct one. I do not, of course, wish to deny that it is possible that mechanically preyed loose calcite-crystals may occasionally have been enclosed within the vesuvianite, but I consider that the normal process has been an expulsion, during the crystallizing of the vesuvianite, of previously dissolved CaO which, in consequence of concentration, pressure and alterations of temperature, was unable to remain longer in solution, but crystallized in solid form simultaneously with the last layers of the surrounding vesuvianite-crystals. The calcite, especially, which has been solidified in sharp-edged spaces between the vesuvianite crystals, and whose contorted twinning (Fig. 16) points to great pressure, is frequently rolled out, in wedge-shape, between the crystal surfaces, the solidification appearing to have, possibly, been somewhat precedent to that of the last vesuvianite substance, but, taken as a whole, simultaneously with it.

This calcite residue, under the microscope, is frequently highly pigmented and, in the sample, enamel-white, and appears to be transformed into new mineral combinations. It is true that the pigmentation renders reliable optical determinations impossible, but some observations showing bi-axial positive interference figures and positive elongation, together with an axial angle of about 60°—70°, and a birefringence of about 0.040, point to the presence of pectolith (Ca, Na_2, H_2) SiO_3 or an epidote mineral.

The axial ratio of Tennberg-vesuvianite have been calculated by WEIBULL at a: c = 1: 0.53539.

Optically, the crystalls are negative, and fairly homogeneous with a yellow-green to grayish-brown-green colour. There are found, however, just as in the garnet in the contact with wollastonite, and also around the calcite enclosures, darker yellow-green border-zones in the crystals, which show a somewhat varying birefringence and traces of pleochroism. On the other hand, I have not found undulous extinction in patches of chess-board structure, as in the vesuvianite in the pegmatite veins of Mansjö (3. p. 373) except in those parts bordering the wollastonite. Even then the phenomenon is rather faint.

I have determined the following characteristics, and give them in comparison with the homogeneous vesuvianite (from the limestone) of Mansjö:

	Tennberg (ECKERMANN)	*Mansjö* (ECKERMANN)
Refraction ω_{Na}	= 1.7232	1.7253
$\varepsilon_{\mathrm{Na}}$	= 1.7189	1.7204
$(\omega—\varepsilon)_{\mathrm{Na}}$	= 0.0043	0.0049
Sp. Wt $\frac{+\ 15°}{+\ \ 4°}$	= 3.417	3.336

Dr. K. ALMSTRÖM, too, has made a determination of the specific weight and has obtained almost the same value: 3.421. The refracting edge of the prism used by me, was 20° 54′. In my dissertation on the Mansjö Minerals (1. p. 371), there were given two new vesuvianite analyses, one of which, however, was incomplete, the fluorine and alkalies not having been determined. Consequently, I did not enter into any discussion — based on these analyses — of the composition of the vesuvianite, but reserved this question until the Tennberg analyses, then partly in process, and the unfinished Mansjö determinations were all completed.

Of the Tennberg vesuvianite, three samples have been taken for analysis; one from the outer contact towards the garnet-rock; one from the middle of the xenomorphous vesuvianite-rock (with a total thickness of three decimetres), and one from the inner contact towards the wollastonite. The results are given below under $VIII_1$, $VIII_2$ and $VIII_3$. A and B give the Mansjö analyses, in which connection, there are given in A the newly obtained determinations of the flourine and the alkalies, while, under C, there is reproduced WEIBULL's analyses of the Tennberg vesuvianite. The molecular percentages have been recalculated in accordance with the table of atomic weights of 1911.

	$VIII_1$	$VIII_{1a}$	$VIII_2$	$VIII_{2a}$	$VIII_3$	$VIII_{3a}$	A	Aa	B	Ba	C.	Ca.
SiO_2 . . .	36.70	60.86	36.79	61.01	36.84	61.09	36.60	60.70	37.20	61.69	37.83	62.74
TiO_2 . . .	0.72	0.90	0.49	0.61	0.36	0.45	1.58	1.97	1.68	2.10	0.00	—
Al_2O_3 . . .	18.44	18.04	17.61	17.22	16.98	16.61	17.92	17.53	17.56	17.18	16.92	16.56
Fe_2O_3 . . .	1.58	0.99	2.41	1.51	2.72	1.70	0.50	0.31	0.33	0.21	1.78	1.11
FeO . . .	2.92	4.06	2.74	3.80	2.69	3.74	2.80	3.90	2.84	3.95	3.36	4.68
MnO . . .	0.24	0.34	0.50	0.71	0.61	0.86	0.06	0.08	—	—	0.06	0.08
CaO . . .	32.92	58.69	34.46	61.44	36.75	65.52	35.55	63.37	35.68	63.61	35.01	62 42
MgO . . .	4.00	9.92	2.94	7.31	2.03	5.04	2.54	6.30	2.69	6.67	2.20	5.46
K_2O . . .	0.19	0.20	0.14	0.15	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.23	0.24
Na_2O . . .	0.68	1.10	0.65	1.06	0.18	0.29	0.20	0.32	0.15	0.24	1.15	1.86
P_2O_5 . . .	0·00	—	—	—	0.00	—	tr.	—	0.00	—	—	—
F	0·96	5·05	0·84	4·41	0·83	4.36	0.58	3.05	0.54	2.84	1.72	9.05
H_2O . . .	0.59	3.28	0.63	3.47	0.51	2.83	1.72	9.55	1.57	8.72	0.77	4.27
— O = F .	99.94	—	100.20		100.54		100.11		100.29		101.03	
	0.40		0.35		0.35		0.25		0.23		0.73	
	99.54		99.85		100.19		99.86		100.06		100.30	
Sp. Wt. . .	3.381		3.401		4.417		3.336		3.316		3.325	

$VIII_1$. Vesuvianite from the outer vesuvianite contact at Tennberg. Anal. N. SAHLBOM.

$VIII_1a$. Molecular proportions of $VIII_1$.

$VIII_2$. Vesuvianite from middle of vesuvianite-rock, Tennberg. Anal. H. VON ECKERMANN (SiO_2 and CaO H. VON ECKERMANN and G. HAGLUND).

$VIII_{2}a$.	Molecular proportions of $VIII_2$.
$VIII_3$.	Vesuvianite from the inner vesuvianite contact at Tennberg. Anal. K. ALMSTRÖM.
$VIII_{3}a$.	Molecular proportions of $VIII_3$.
A.	Vesuvianite from the lower pegmatite-dykes at Mansjö Mount. Anal. H. VON ECKERMANN (1. p. 372).
Aa.	Molecular proportions of A.
B.	Vesuvianite from the limestone outside the pegmatite-dykes at Mansjö Mount. Anal. N. SAHLBOM (1. p. 372).
Ba.	Molecular proportions of B.
C.	Vesuvianite from Tennberg. Anal. M. WEIBULL (14. p. 89).
Ca.	Molecular proportions of C.

If the alkalies and the RO-group be put together, as was done on the previous slight discussion of the Mansjö-analyses, the following proportions are obtained:

	R_2O	RO	RO_2	R_2O_2
Analysis $VIII_1$	0.94	12.00	9.98	3.07
Analysis $VIII_2$	1.03	12.00	10.09	3.07
Analysis $VIII_3$	0.80	12.00	9.83	2.91
Analysis A	1.80	12.00	10.16	2.89
Analysis B	1.63	12.00	10.27	2.80
Analysis C	1.40	12.00	10.07	2.83

Analysis A, consequently, agrees pretty well, and analysis B not so well, with TSCHERMAK-BECKE'S constitution-formula for vesuvianite:

$$2\ R_2O \cdot 12\ RO \cdot 10\ RO_2 \cdot 3\ R_2O_3$$

while the analyses $VIII_1$, $VIII_2$ and $VIII_3$ give only about one-half of the amount of R_2O and consequently, are in better agreement with the proportion obtained by WEIBULL by analysis C:

$$\begin{array}{l} SiO_2 : R_2O_3 : RO : RO_2 : H_2O : F_2 \\ = 10 : 2.81 : \underbrace{11.56 : 0.22}_{11.78} : \underbrace{0.67 : 0.72}_{1.39} \end{array}$$

from which he obtained the formula

$$R_2O \cdot 12\ RO \cdot 10\ RO_2 \cdot 3\ R_2\ O_3$$

or, in its complete form:

$$Ca_5\ (Mg,\ Fe,\ Ca,\ Mn,\ Na_2,\ K_2,\ H_2\ (Mg\ OH)_2)^{II}\ Al_2\ (Al,\ Fe,\ Ti,\ Be)^{III}\ (OH,\ F)^{I}\ O_{20}Si_5$$

WEIBULL, consequently, considered vesuvianite as a fluorine- or hydroxyl-bearing orthosilicate of bivalent and trivalent radical groups, so that, if F is allowed to stand also for (OH), WEIBULLS's formula can quite generally be written:

$$Ca_5R^{II}\ R_2^{III}\ R\ F\ O_{20}\ Si_5$$

As a ground for this theory there was, too, the double rôle played by hydrogen as a substitute for both F and R^{II}, which result WEIBULL thought he had obtained by experimental solutions in hydrochloric acid of fused and unheated vesuvianite, in which experiments, the unheated mineral was found to be insoluble; the vesuvianite which had been brought to a red heat was homogeneously decomposable with difficulty, while that brought to a white heat was easily soluble. WEIBULL, consequently, classified the water in the vesuvianite into basic water and acid water.

WEIBULL further pointed out how the alkali-percentage, on the whole, increases and decreases with the proportion of flourine; a characteristic which we find confirmed by the new analyses published above.

Simultaneously with WEIBULL, the late HJ. SJÖGREN (11. p. 267) gave another interpretation of the constitution of vesuvianite, which he considered to be an orthosilicate with the formula:

$$[Al\ (SiO_4)_3\ R_4^{II}]_2\ R^{III}$$

where $R^{II} = (Al\ OH)^{II}$, $(Al\ F)^{II}$, Ca, Mg, Na_2, H_2 and possibly also $(Ca\ OH)_2$,
which corresponds to a radicle ratio:

$$RO_2 : R_2O_3 : RO + (H_2O,F_2) = 6:1:9$$

a value which is not at all in agreement with those for the new analyses given by me above.

WEIBULL had already emphasized, that all reliable analyses led to the proportion $RO_2 : R_2O_3 = 10:3$, a proportion which is visible in the Tennberg and Mansjö analyses, too, and which consequently, purely statistically, from their consistency, must be considered as correct.

Some few years ago, G. TSCHERMAK (13), too, published a new vesuvianite formula, based on two analyses carried out in 1880 with Ala-material, by E. LUDWIG. TSCHERMAK begins by stating that the molecular proportion Ca + Mg proves to be twice that of Al, so that the sum RO + Al is divided by three, and the corrected Al-value thus obtained is afterwards employed as a divisor, in order to obtain the proportions:

$$Si : Al : Ca : Mg : H, \text{ where } Al \cong 1.$$

Accepting the close genetic connection, pointed out by GOLDSCHMIDT, between vesuvianite and garnet, TSCHERMAK divides the formula obtained:

$$Si_{17}Al_{10}Ca_{18}Mg_2H_6O_{72}$$

into a garnet group and a combined group:

$$4\ Si_3Al_2Ca_3O_{12} + Si_5Al_2Ca_4Mg_2H_6O_{24}$$

This combined group is divided, as a result of the experience that vesuvianite is often transformed into orthochlorite and serpentine, and that in the orthochlorite there enters the amesite substance: $Si\ Al_2\ Mg_2\ H_4\ O_9$ = At and the serpentine substance: $Si_2\ Mg_3\ H_4\ O_9$ = Sp, into four different hypothetical silicates, nearly allied to the transformation-product, viz.:

$$Si_2R_3H_2O_8 = S',\ SiAl_2R_2H_2O_8 = A',\ Si_4R_3H_2O_{12} =$$
$$= T' \text{ and } Si\ R_3H_2O_6 = E'$$

From these, TSCHERMAK then combines the formula given for all vesuvianites:

$4\ Si_3Al_2\ Ca_3\ O_{12} \cdot \alpha\ (2\ S' + T') \cdot \gamma\ (2\ A' - T') \cdot \delta\ (2\ E' - S') \cdot \varepsilon\ (2\ E' - A')$, where $\alpha + \gamma + \delta + \varepsilon = 1$, and where the weight of the garnet substance proves, as a rule, to form two-thirds of the mineral.

This extremely complicated formula calculation has been tried by TSCHERMAK in 31 chosen analyses, and he has found a support for his theory in the fairly exact agreement of the results. I cannot form any other opinion, however, than that if he had employed an additional number of other, similar, hypothetical silicates, he would have been able to carry the agreement still further. The whole thing resolves itself into an equation-puzzle, with an increasing number of unknowns, and a constantly decreasing average mathematical error. I cannot see that there have been given any conclusive reasons for assuming that just the silicates supposed are either possible or correct.

Consequently, I have not carried out any re-calculation of my analyses in accordance with TSCHERMAK's formula, but, on the other hand, I have estimated their molecular proportions in accordance with the corrective method given by him. I then obtain, if Fe^{II} and Mn are combined with Mg, Fe^{III} with Al, and Ti with Si, the following figures:

	Si	Al	Ca	Mg	H, F	K, Na	$\frac{Ca+Mg+Al}{3}$
VIII$_1$	6.176	3.806	5.869	1.432	1.161	0.130	3.702
VIII$_2$	6.162	3.746	6·144	1·181	1.135	0.121	3.690
VIII$_3$	6.154	3.662	6.552	0.964	1.002	0.033	3.726
A	6.267	3.568	6.337	1.028	2.215	0.038	3.644
B	6.379	3.478	6.361	1.062	2.028	0.029	3.634
C	6.274	3.534	6.242	1.022	1.759	0.210	3.600

and, after division by the corrected Al-value:

	Si	Al	Ca	Mg	H, F	H, F + KNa	
VIII$_1$	1.66	1.03	1.59	0.39	0.31	0.34	
VIII$_2$	1.67	1.01	1.66	0.32	0.31	0.33	1)
VIII$_3$	1.65	0.99	1.76	0.26	0.27	0.28	
A	1.73	0.98	1.75	0.28	0.61	0.62	
B	1.76	0.96	1.75	0.29	0.56	0.57	2)
C	1.74	0.98	1.75	0.28	0.49	0.56	
Average	1.70	0.99	1.71	0.30	0.30	0.32	1)
					0.55	0.58	2)

If the alkalies be added to the hydroxylic group, there is, consequently, obtained from the average the following two formulæ for the composition of vesuvianite:

$$1)\ Si_{17}Al_{10}Ca_{17}Mg_3\,(H, F, K, Na)_3\ O_{69}$$
$$2)\ Si_{17}Al_{10}Ca_{17}Mg_3\,(H, F, K, Na)_6\ O_{72}$$

the latter of which is in complete agreement with the above composition found by TSCHERMAK.

If my figures be regarded more closely, however, it will be seen how not only the alkalies and F, H, divide the analyses into two groups, but how the silica does the same thing, too. In addition, Ca and Mg, although each of them presents varying values in analyses VIII$_1$ and VIII$_2$, are, in comparison with the succeeding analyses, constant as regards their sums.

We might, therefore, set down the following formula:

$$\text{Analysis VIII}_1\text{:}\ Si_{165}Al_{100}Ca_{160}Mg_{40}H_{35}\ O_{715} = 10\ \underset{\text{Garnet}}{Ca_3Al_2Si_3O_{12}} + $$
$$+ \underset{\text{Diopside}}{CaMgSi_2O_6} + \underset{\text{Wollastonite}}{CaSiO_3} + 7\ \underset{\text{Brucite}}{Mg(OH)_2}$$

$$\text{Analysis C:}\ Si_{175}Al_{100}Ca_{175}Mg_{25}H_{50}O_{725} = Si_7Al_4Ca_7MgH_2O_{29} =$$
$$= \underset{\text{Garnet}}{2Ca_3Al_2Si_3O_{12}} + \underset{\text{Wollastonite}}{CaSiO_3} + \underset{\text{Brucite}}{Mg(OH)_2}$$

Average Analysis 2): $Si_{17}Al_{10}Ca_{17}Mg_3H_6O_{72} = \underset{\text{Garnet}}{5Ca_3Al_2Si_3O_{12}} +$

$$+ \underset{\text{Wollastonite}}{2CaSiO_3} + \underset{\text{Brucite}}{3Mg(OH)_2}$$

In every instance, therefore, the vesuvianite is derived as consisting of garnet, just as TSCHERMAK has supposed, but, instead of his hypothetical silicates the constitution includes known minerals of the paragenesis of the vesuvianite.

GOLDSCHMIDT's schematic formula from the contact-metamorphosis of the Christiania-field (6):

Garnet + Wollastonite + Water = Vesuvianite

should, consequently, in order to be brought into agreement with the result of my analyses, be expanded to:

Garnet + Wollastonite (+ diopside) + Brucite = Vesuvianite.

Brucite has been described as crystallized rims around kernels of periclase at Kitten, in Nordmarken (11), and LINDEMANN (reference Z. f. Kr. Vol, 42, p. 611) has stated the normal contact-mineral-paragenesis at Auerbach, Markirch, and Predazzo, to consist of garnet, wollastonite, vesuvianite, diopside and periclase, and he has also described how the periclase at Predazzo has been partially or entirely replaced by brucite-pseudomorphs. The brucite transformation disappears, however, to judge from LINDEMANN's description, with the formation of vesuvianite, so that a distinct connection exists between the presence of $Mg(OH)_2$-molecules and the formation of vesuvianite.

The above-mentioned scheme for the composition of vesuvianite has, consequently, the support of existing parageneses.

But even if this scheme is preferable to TSCHERMAK's equation-formula, it does not satisfactorily explain the different kinds of water-percentages, proved by WEIBULL, in the molecular-constructions, nor the variations of the alkalies with flourine, nor, and least of all, the place of the flourine in the formula. In vesuvianite with a high percentage of flourine and low amount of water, the brucite should, namely, be replaced entirely or partially by MgF_2; i. e., by a gaseous-, instead of a mineral component.

The combination MgF_2 carries one's thoughts instead at once to the humite group-minerals, which also exist in the paragenesis of the vesuvianite; i. e. to the H, F-orthosilicates.

During the earlier discussion of the result of the Tennberg analyses, with Mr E. NORIN, of »The Nyström Institute», Taiyuanfu

Shansi, N. China, my friend mentioned his supposition, based on his earlier, but unpublished investigations of the thermal dissociation of vesuvianite, that the mineral could be regarded as a combination of a hydrous alumina-silicate with a non-hydrous orthosilicate. in agreement with, for instance, the constitution of the biotite.

GOLDSCHMIDT has also shown how in the Christiania field (6, p. 386) prehnite has been found as an alteration-product of vesuvianite. GOLDSCHMIDT gives the ideal formula:

$$H_2Ca_4Al_2Si_4O_{16} = H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12} + Ca_2SiO_4$$

and assumes that the orthosilicate has been carried away in solution.

It seems to me as if another explanation may be more probable, viz., that the prehnite has crystallized in the geodes and between the vesuvianite crystals after all excess of lime above silica has been used up, and only an excess of water left.

In such a case the vesuvianite, consequently, must be considered as a combination of a hydrated alumo-silicate and an orthosilicate, as suggested by NORIN.

By combining this theory with the fluorine-bearing orthosilicates, I have, too, succeeded in obtaining a formula which seems not only to fit in with the analyses, but also to explain how the water in the vesuvianite can behave, both, as WEIBULL found, bound in two different molecular component-groups, and also, in agreement with the results obtained by other investigators, bound only in one of them.

When working out this formula I had also in mind two other minerals in the Tennberg paragenesis, which may be supposed as replacing garnet and brucite and which, at the same time, are not stable together with vesuvianite, viz., epidote and chondrodite, and I write the general formula for vesuvianite thus:

$$\left[(H, K, F)_2 R_4{}^{II} R_6{}^{III} (Si, Ti)_6 O_{26}\right]_{n_1} \cdot \left[[R^{II}SiO_4]_{n_2} \cdot R^{II} \; (F, OH)_2\right]_{n_3} \cdot$$
$$\cdot \left[R^{II}SiO_3\right]_{n_4}$$

On calculating the Tennberg and Mansjö analyses into this formula we obtain — if Mg + Fe + Mn may be given as Mg, Si + Ti as Si, K + Na as K, and $Al^{III} + Fe^{III}$ as Al — the following result:

The first analysis-group:

$$\mathrm{VIII_1,\ VIII_2,\ VIII_3 : (H, F, K)_2Ca_4Al_6Si_6O_{26} \cdot 4\left[(Ca, Mg)_2SiO_4\right]}$$

The second analysis-group:

$$\mathrm{A, B. C : 2\left[(H, F, K)_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}\right] \cdot 2\left[((Ca, Mg)_2SiO_4)_3 \cdot Mg(F, OH)_2\right] \cdot \cdot\ 3CaSiO_3}$$

The close agreement between the formula and the analyses, corrected according to the method of TSCHERMAK, p. 493, will be seen by the figures below, where K, Na has been combined with H, F:

	Analysis $VIII_1$			Analysis $VIII_2$			Analysis $VIII_3$	
	Found:	Calcul:		Found:	Calcul:		Found:	Calcul;
$20SiO_2$ . . .	1.67	1.67	$20SiO_2$ . . .	1.67	1.67	$20SiO_2$ . .	1.65	1.67
19CaO . . .	1.59	1.59	20CaO . . .	1.66	1.67	21CaO . . .	1.76	1.75
5MgO . . .	0.39	0.41	4Mgo . . .	0.32	0.33	3MgO . . .	0.26	0.25
$6Al_2O_3$ . . .	1.01	1.00	$6Al_2O_3$ . . .	1.01	1.00	$6Al_2O_3$ . .	0.99	1.00
2(K, F, OH) .	0.38	0.33	2(K, F, OH) .	0.33	0.33	2(K, F, OH) .	0.29	0.33

As will be seen by the above, the CaO and MgO replace each other in even molecular proportions, wherein 19, 20 and 21 CaO correspond to 5, 4 and 3 MgO.

In the case of the anlyses A, B and C, on the other hand, the ratio CaO : MgO is equal, and the analyses, in other respects so much in agreement, that I give here only the average:

Analyses A, B, C.

	Found:	Calcul:
$21SiO_2$ —	1.74	1.76
21CaO —	1.75	1.76
4MgO —	0.28	0.33
$6Al_2O_3$ —	0.97	1.00
4(K, F, OH) —	0.61	0.66

As the agreement, especially as regards MgO and H_2O, are somewhat less than it is for analyses $VIII_{1, 2, 3}$, I have repeated the above calculations, neglecting TSCHERMAK's alumina correction and, instead, have employed reduction to unity of the alumina-percentage of each separate analysis. I then obtain:

	Si	Al	Ca	Mg	HF + KNa
$VIII_1$	1.62	1.00	1.54	0.38	0.37
$VIII_2$	1.65	1.00	1.63	0.31	0.37
$VIII_3$	1.68	1.00	1.79	0.26	0.29
A	1.76	1.00	1.76	0.29	0.63
B	1.83	1.00	1.83	0.30	0.60
C	1.77	1.00	1.77	0.29	0.62

In these operations, Analyses $VIII_{1, 2, 3}$ give the same formula as before:

$$(H, F, K)_2Ca_4Al_6Si_6O_{26} \cdot 4[(Ca, Mg)_2SiO_4]$$

with the following, almost exactly corresponding values:

	Found:	Calcul:
$20SiO_2$	1.66	1.66
$24(Ca, Mg)O$	2.00	1.99
$6Al_2O_3$	1.00	1.00
2 (K, F, OH)	0.33	0.33

Analyses A and C also give the composition formerly found:

$$2[(H, F, K)_2Ca_4Al_6Si_6O_{26}] \cdot 2[((Ca, Mg)_2SiO_4)_3Mg(F, OH)_2] \cdot 3CaSiO_3$$

with the very good agreement:

	Found:	Calcul:
$21SiO_2$	1.76	1.76
$25(Ca, Mg)O$	2.06	2.08
$6Al_2O_3$	1.00	1.00
4(K, F, OH)	0.63	0.66

Analysis B, on the other hand, appears to have a somewhat different composition, but even this latter is found to be in full agreement with the general vesuvianite formula, being:

$$(H, F, K)_2Ca_4Al_6Si_6O_{26} \cdot [(Ca, Mg)_2SiO_4]_3Mg(F, OH)_2 \cdot 2CaSiO_3$$

and with the following, also very close agreement:

	Found:	Calcul:
$22SiO_2$	1.83	1.83
26(Ca, Mg)	2.13	2.16
$6Al_2O_3$	1.00	1.00
4(K, F, OH)	0.60	0.66

Finally, in order to further test the tenability of my vesuvianite theory, I have tried to bring it into agreement with one of the latest analyses, which have certainly been executed correctly and carefully, but which, hitherto, it has not been found possible to group within any of the earlier proposed constitution-formulæ. I found such an analysis in that carried out by Dr. Mauzelius and described by Quensel (9. pp. 173, 174), from the canadite rock belonging to the alkaline rocks of Almunge.

This rare vesuvianite which, alone of its kind, occurs in a typical igneous rock, differs from all former reliable analyses by the ratio for RO being somewhat lower, as is seen by the the analysis given below:

	%	Mol. prop.	
SiO_2	36.16	59.97	63.08
TiO_2	2.49	3.11	
Al_2O_3	17.59	17.21	19.66
Fe_2O_3	3.91	2.45	
FeO	1.80	2.51	65.03
MnO	0.34	0.48	
MgO	0.81	2.01	
CaO	33.67	60.03	
K_2O	0.13	0.14	13.19
Na_2O	0.86	1.39	
H_2O ÷	2.10	11.66	

A calculation of the analysis leads to the formula:

$$\left[(H, Na, K)_2Ca_4Al_6O_{26}\right] \left[Ca_2SiO_4 \cdot Mg(OH)_2\right] \cdot CaSiO_3$$

with the following almost perfect exactness:

	Found:	Cal.
$20SiO_2$	1.60	1.66
20(CaMg)O	1.66	1.66
$6Al_2O_3$	1.00	1.00
4(H, Na, K, OH)	0.66	0.66

In the humite-group which enters into the formula, the index will, in this case, be $n_2 = 1$, i. e., the group does not correspond to any analysed mineral, but is in agreement with the composition of the mineral that one might expect to find lying outside the present extreme link of the humite series, chondrodite, viz. the prolectite, as described by SJÖGREN from Kogruvan, Nordmarken, where two fragmentary crystals were found. (11).

The analysis of the Almunge vesuvianite, too, confirms, consequently the correctness of the general formula found by me and given above (p. 497) for the constitution of the vesuvianite.

This formula, too, gives to a certain degree, an explanation of the fact that the chemical character of the water varies in different vesuvianites.

In the type represented by Analyses $VIII_{1, 2, 3}$, the water enters exclusively into the epidote-silicate, while, in the other minerals examined, the water occurs bound, in addition, in the humite group.[1] A high percentage of humite, signifies, as a rule, a high percentage of fluorine and, as this, in its turn, is derived from a high percentage of volatile components in the magma, i. e., from high alkali-percentages, too, the greater fluorine-percentage in the humite-group of the vesuvianite is accompanied by a greater binding of the alkalies in the epidote-silicate. This explains the relation, — pointed out by WEIBULL — between fluorine and alkalies, a relation which does not always hold good, however, as is shown by comparison between Analyses $VIII_3$ and B, as, in local instances, the alkali-percentage may decrease in consequence of a simultaneous formation of a silicate which binds alkalies but not fluorine, or more alkalies than fluorine, viz., pectolite, scapolite, phlogopite, etc.

This latter interpretation of the vesuvianite as a combination of epidote-, humite- and diopside-wollastonite molecules shows a definite analogy with the first given composition: »(garnet)—(diopside, wollastonite)—(brucite)».

Analogous to the occurrence of vesuvianite excluding the presence of brucite, the former is also wanting in the normal epidote paragenesis.

The vesuvianite has at Tennberg been formed earlier than the garnet, and this seems to be the normal sequel also at other localities, such as Mansjö, Pargas and the Christiania field. GOLDSCHMIDT's description from the latter of the growth of vesuvianite in a ground-mass of garnet and calcite gives the distinct impression of the vesuvianite being the older (6. p. 430).

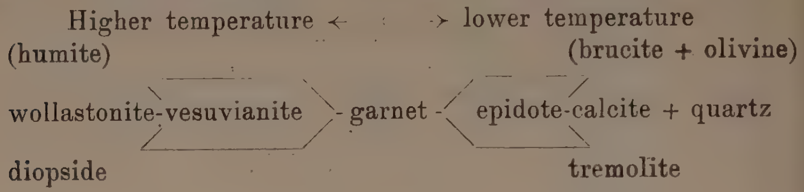
Where lower temperature or corresponding pressure has prevailed during the crystallization, the garnet has been the first to crystallize and the vesuvianite is wanting, even if the later-formed hydrated alumo-silicates and free calcite give reasonable ground for supposing an original magmatic solution of vesuvianitic composition.

The vesuvianite and the epidotes are, therefore, thermally separated by the garnet, and the paragenesis epidote-vesuvianite is unstable, while the vesuvianite-garnet and the garnet-epidote-rocks are common occurrences. The latter have recently been described by C. E. TILLEY, as shells of epidote and pyroxene around garnetmarbles found as erratics in the moraines at Cape Denison, Adelie Land (12. p. 244).

---

[1] The first group, the epidote-olivine-type, represents the »low-tension» contact-metamorphosis (Tennberg type); the second group, the epidote-humite-type, representents the »high-tension» metamorphosis (Mansjö type). The meta-silicate group $»N_4»$ of the latter may either be considered as a double salt or as a solid solution, furthered by the extreme physical conditions.

The position of vesuvianite to epidote in the contact-paragenesis can, therefore, generally be expressed by the following schedule:



The normal paragenesis of the Tennberg vesuvianite in the contact zone itself is as follows: quartz, calcite, diopside, wollastonite and garnet.

The wollastonite-diopside rock.

The wollastonite.

Like the vesuvianite, the wollastonite normally grows radially from the contact-line. The broken points of crystal-pencils, already mentioned, can be observed enclosed both in the garnet as well as in the vesuvianite. The wollastonite-rock itself bears numerous enclosures of hedenbergitic diopside, to which I shall return later on (p. 504).

The mineral is a pure white, with a silvery sheen; it is, as a rule, acicularly prismatic; sometimes, but rarely, crystallized in thin lamellæ. The size of the grains seldom exceeds $^1/_2$ mm in diameter, but the prisms sometimes attain a length of from five to six millimetres.

The following determinations have been carried out, the corresponding Mansjö mineral being given for the sake of comparison:

	Tennberg (ECKERMANN)	*Mansjö* (ECKERMANN)
Axial angle $2V_{na}$ (Obs.) =	— 31° 46′	— 41° 51′
$2V_{na}$ (Cal.) =	— 31° 56′	— 42° 34′
Bi refringence $(\gamma - \alpha)_{na}$ (Obs.) =	0.0121	0.015
$(\beta - \alpha)_{na}$ (Obs.) =	0.0112	0.013
$(\gamma - \beta)_{na}$ (Obs.) =	0.0009	0.002
Refraction α_{na} (Obs.) =	1.6144	1.620
β_{na} (Cal.) =	1.6256	1.633
γ_{na} (Cal.) =	1.6265	1.635
Extinction: $c:\gamma$ =	30° 12′	32° 02′

The Wollastonite shows a remarkably low axial angel as well as bi-refringence. To check my determinations I made another determination in air of the axial angle on an isolated small crystal. The value found agrees fairly well with the previous complete determination series of the thin sections amounting to

$$2V_{Na} = 32^\circ 43' .$$

In thin section, the mineral shows cleavages along (100) and (001), and twinning on (100). The dispersion is inclined with $\varrho > v$.

Dr ALMSTRÖM has been kind enough to carry out the following analysis IX of a sample picked clean by me, and cleansed in dilute acetic acid from any calcite that might have been attached. For the sake of comparison I append my earlier Mansjö analysis, as well as the analysis of Mte Castelli-wollastonite, which shows a very close chemical agreement.

	IX	IX a	A	B
SiO_2	49·93	82.80	50.01	49.95
Al_2O_3	0.20	0.20	1.20	0.36
Fe_2O_3	0.62	0.39	0.42	0.18
CaO	46.71	83.28	45.03	46.55
MnO	0.29	0.41	—	—
MgO	0.23	0.57	0.57	0.42
K_2O	0.30	0.32	0.415	0.72
Na_2O	0.68	1.10	0.695	
H_2O + ...	—	—	0.57	2.98
	98.96		98.910	101.16
Sp.Wt. $\frac{+15^\circ}{+4^\circ}$ . . .	2.992		2.897	

(ECKERMANN).

IX. Wollastonite from the normal contact, TENNBERG. Anal. G. K. ALMSTRÖM.

IX a. Molecular proportions of IX.

A. Wollastonite from the lower pegmatite-dyke, Mansjö. Anal. H. v. ECKERMANN and G. HAGLUND (3. p. 359).

B. Wollastonite from Mte. Castelli (Toscana). Anal. E. MANASSE (Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. Pisa 14, 1. 1896 p. 20).

The Tennberg wollastonite thus shows a considerably lower percentage of alumina than the analyses of the corresponding Mansjö-mineral. The lime is somewhat higher, and the alkalies about the same.

That which attracts the attention is the decided excess of Na_2O over K_2O, — a phenomenon which seems to be the rule in most of the complete analyses I have succeeded in finding in the literature.

For instance; according to DOELTER, spurrit, from Velardena, Mexico, has only traces of K_2O, and 0.05 Na_2O; and the wollastonite from Potasch, Sulfur Spring Region, Arkansas, has : $K_2O = 0.90$, but $Na_2O = 4.41$.

On calculating the composition of the mineral from analysis IX, we obtain, after reduction to one-hundred, only 97.94 % of pure wollastonite ($CaSiO_3$), after which, there remains the whole amount of Fe_2O_3. Al_2O_3, MgO, K_2O, Na_2O besides 0.29 % CaO.

The explanation which immediately offers itself is, that the alkalies are bound in pectolite-molecules [$(Ca, Na_2) SiO_3$], and magnesia and alumina in the diopside(augite)-silicate, especially as it is known that wollastonite is able to absorb considerable amounts of $MgSiO_3$ in solid solution (FERGUSON and MERWIN).

However, the absence of excess of silica from the analysis makes this impossible and seems to point, instead, to the possibility of the existence of an analogy with the participation of wollastonite-silicate in the vesuvianite formula (p. 500), and that, possibly, the epidote- and humite groups may be reckoned as »impurities» in the wollastonite.

The analysis-material at hand is, however, as yet too limited in amount, and especially incomplete as regards the determinations of alkalies, water and FeO, for it to be employed as a reliable basis for the investigation of the mode and nature of the excess radicles in the wollastonite. What I have stated respecting the alkalies both of the Mansjö-and Tennberg mineral, and the agreement they exhibit quantitatively, points, however, to a definite connection.

The diopside.

The diopside of Tennberg is, in every instance, of a hedenbergitic type. It presents a multitude of various Fe : Mg proportions, but, on the whole, three main types can be distinguished:

1) The normal contact diopside of the wollastonite-diopside rock formed through the melting of the impurities of the limestone and the addition of material from the granite;

2) The diopside formed regionally in the limestone as a result of the recrystallization of impurities in the limestone, and

3) The dark-green ferrous type of the latter, which has been formed by the action of volatile components.

The last two types are described later on, among the minerals of the limestone (p. 508).

Megascopically, the contact diopside is of a grayish-green colour, and appears locally as a dense thin layer, seldom more than one to two centimetres thick, between the vesuvianite and the wollastonite, or, where the vesuvianite is absent. between the garnet and the wollastonite. In most instances, however, it does not occur connectedly, but is divided into larger or smaller aggregates of grains, which have been broken up by the wollastonite when growing radially from the limestone towards the contact. Sometimes it is possible to trace a heaping together of grains of diopside along the wollastonite-limestone boundry, and one obtains the impression that the formation of the diopside has, in part, preceded that of the wollastonite, and that the grains of diopside have been purely mechanically pushed aside and separated from each other during their process of crystallization. Often, too, the diopside grains form crystallization centres for wollastonite »stars», and such grains are not traversed by wollastonite needles, as the garnet and the vesuvianite are.

The diopside is also found as enclosures within the vesuvianite.

The diopside layer, in which may be observed some stray grains of apatite, and which, now, is only partially preserved unscattered, forms consequently, as at Mansjö (1 pl. XIII), together with the wollastonite and apatite, the earliest separated mineral formation in the contact, and its formation at Tennberg, as at Mansjö, may be imagined as having partly taken place according to the reaction (1 p. 329):

$$FeF_2 + CaCO_3 + 2SiO_2 + H_2O = \underbrace{CaSiO_3 \cdot FeSiO_3}_{\text{Hedenbergite.}} + 2HF + CO_2$$

Partly too an accumulation of diopside has undoubtly taken place through the accumulation along the contact of the previously regionally formed diopside of type 2), which remains after the absorbtion of the lime by the granite-magma. A thin fluid layer of melted diopside may be imagined close to the limestone, up to the moment when the starting crystallization of the wollastonite separated it from the calcite.

In thin section the contact diopside is a light green, very faintly pleochroic, with normal optic character, axial plane and dispersion.

The following determinations have been carried out, and compared with the Mansjö- and Pargas-diopsides:

	Tennberg Diopside (ECKERMANN)	Mansjö Diopside Contact (ECKERMANN)	Pargas Diopside Ersby (LAITAKARI)
Axial angle $2V_{Na}$ (Obs)	58° 17′	61° 55′	59° 44′
$2V_{Ta}$ (Obs)	58° 51′	61° 26′	—
$2V_{Na}$ (Cal.)	58° 40′	61′ 26′	—
Bi-refringence $(\gamma-\alpha)_{Na}$ (Obs)	0.0279	0.0272	0.0291
$(\gamma-\beta)_{Na}$ (Obs)	0.0212	0.0201	0.0220
$(\beta-\alpha)_{Na}$ (Obs)	0.0067	0.0071	0.0070
Refraction α_{na} (Cal.)	1.6948	1.6878	1.6923 (Obs)
β_{na} (Obs)	1.7015	1.6949	1.6994 (Obs)
γ_{na} (Cal.)	1.7227	1.715(0)	1.7214 (Obs)
Extinction $c:\gamma$	40.1°	41.6°	43° 18′
Specific weight $\frac{+15^\circ}{+4^\circ}$	3.375 (ECKERMANN)	3.291	3.42
do.	3.371 (ALMSTRÖM)		

The Tennberg diopside, consequently, displays a considerably closer optic agreement with the Pargas diopside than with that of Mansjö. As will be seen by analysis X, below, these two minerals (Tennberg and Pargas) approach each other in chemical respects, too, the alumina-percentage being lower than in the Mansjö diopside, which latter is on the border of the augites. An explanation of this may, perhaps, be genetically sought for in the more pegmatitic- and »high-tensioned» character of the contact-influencing Mansjö granite, which led to the alumina with the volatile gases, being pressed into the limestone contact itself, and not, as in the case of Tennberg, to its co-operation in the formation of the vesuvianite on a later concentration of volatile compounds. The higher percentage of alumina of the Tennberg diopside of the third type described later and mentioned above, also confirms this view.

	X	Xa	A	B
SiO_2	50.08	83.05	50.83	49.70
TiO_2	0.02	0.025	0.00	0.43
P_2O_5	0.00	—	—	—
Al_2O_3	0.65	0.64	7.07	1.73
Fe_2O_3	0.00	—	0.54	4.76
FeO	10.33	14.34	7.51	10.61
MnO	1.71	2.41	—	—
CaO	26.17	46.66	26.05	22.67
MgO	10.89	27.02	8.01	9.61

	X	X a	A	B
K_2O	0.13	0.13	0.15	0.19
Na_2O	0.13	0.21	0.20	0.48
H_2O	0.28	1.55	0.00	0.13
	100.39		**100.36**	**100.26**

X. Tennberg diopside from granite-contact. Anal. G. K. ALMSTRÖM.

X a. Molecular proportions of X.

A. Mansjö diopside from pegmatite-contact. Anal. N. SAHLBOM.

B. Black Pargas-diopside from Ersby, Finland. Anal. A. LAITAKARI (7).

On comparing the above analyses, we find that the resemblance I formerly pointed out (1 p. 334) in the ratio CaO : MgO in the Mansjö- and the Pargas mineral, holds good for the Tennberg occurrence, too. On the other hand, there exists, in addition to the presence of the alumina-percentage mentioned above, an essential difference caused by the absolute freedom of the Tennberg mineral from ferric iron, and its comparatively high percentage of manganese.

A calculation of analysis X shows a considerable deficit of silica in the normal diopside composition. If we disregard the small percentages of alkali and water, and if we allow all the alumina to enter into the augite molecule, we obtain a remaining combination of meta- and orthosilicates, in the following weight-proportions:

$R^{II}SiO_3$ . . . . = 82.2 %
$R_2^{II}SiO_4$ . . . . = 16.4 %
$CaAl_2SiO_6$ . . . . . = 1.4 %
100.0 %

If, on the other hand, we allow the Ca, Mg and Fe to enter into the meta-silicate in the stöchiometric proportions for diopside and hedenbergite, we obtain:

$CaMg(SiO_3)_2$ . . . . = 51.9 %
$CaFe(SiO_3)_2$ . . . . = 36.9 %
$(Ca, Mg, Fe)_2\,SiO_4$ . . = 8.6 %
$CaAl_2SiO_6$ . . . . . . = 1.4 %
CaO (excess) . . . . = 1.2 %
100.0 %

There exists in the mineral, consequently, an excess of RO, especially of lime. The ratio between the meta- and orthosilicates is 5 : 1, which, to judge by the nearly related system Diopside-Forsterite (BOCHE-EITEL. Physik.-Chem. Petrogr., p. 240), must signify a composition corresponding approximately to the eutectic in a system:

$$Ca_2MgFeSi_4O_{12} - Ca_2MgFeSi_2O_8 .$$

I am, therefore, inclined to adopt the supposition that the Tennberg contact-diopside consists very nearly of a hedenbergitic diopside-silicate, saturated with the corresponding orthosilicate in solid solution.

The Limestone and its Minerals.

The calcite of the limestone is recrystallized throughout its whole mass, and if WEIBULL's supposition that the limestone is a fragment of the limestone deposit, which lies at Snösjö north-east of Tennberg, is correct, then it would, in the main, be the olivine, augite, hornblende, serpentine and garnet of the latter which now form the impurities — which are also recrystallized — of the limestone. In addition, the exogenous minerals of the limestone, which have been recrystallized by the action of regional heat, have also partially been influenced endogenously by pegmatite gases.

The following minerals have been discovered in the limestone itself, without any direct connection with the previously described contact minerals, viz.:

Chalcopyrite, quartz, spinel, periclase, calcite, light-green and dark-green diopside, phlogopite, penninite and chondrodite.

The light-green diopside.

I have no analysis of the mineral, but its optic characteristics, given below, point to a composition $Di_{70}He_{30}$; I base this deduction on the curves drawn by ESKOLA according to the investigations of WÜLFING and FLINK showing the relationship between refraction and chemical composition.

Megascopically, the diopside is a light blue-green, and gives its colour to the blue limestone already noticed by WEIBULL.

In thin section, this diopside is almost colourless, and occurs in rounded grains in the conjoining corners of the calcite crystals. More rarely, some few grains are enclosed in these latter (Fig. 14).

Sometimes, the diopside appears in definite layers which, probably, show the early stratification of the limestone, and where the diopside form up to 15 % of the entire rock.

The determinations made are the following:

Axial angle $2V_{Na}$ (Obs) . . . . . . = 59° 05′
$2V_{Na}$ (Cal.) . . . . . . 58° 40′
Bi-refringence $(\gamma-\alpha)_{Na}$ (Obs) . . . = 0.0289
$(\gamma-\beta)_{Na}$ (Obs) . . . = 0.0221
$(\beta-\alpha)_{Na}$ (Obs) . . . = 0.0068
Refraction α_{Na} (Cal.) . . . . = 1.6892
β_{Na} (Obs) . . . . = 1.6960
γ_{Na} (Cal.) . . . . = 1.7181
Extinction $c:\gamma$ . . . . = 39° 24′
Specific weight ${}^{+15^\circ}_{+4^\circ}$ . . . . = 3.037
Maximum size of crystals . . . . . . = 3 m. m.

The dark-green diopside.

This beautiful diopside which, in specimen, is black- and, in thin section, emerald-green, I have found in fragments of limestone among the rock-dumps and also, in a few instances, in the solid rock within a highly pegmatitic local facies of the granite contact. Primarily, the occurrence of its rounded and, in appearance, fused grains between the calcite crystals, point to a recrystallization of older impurities in the limestone, which, on the recrystallization of the limestone itself, were forced away to the contact corners of the calcite crystals, and in consequence of the plasticity of the calcite, were there crystallized with curved surfaces.

But, in addition, among this diopside there also occur two endogenous minerals, which formation is due to pneumatolytic action from the pegmatitic contact, viz., a yellowish, and most certainly highly manganese-bearing garnet, and, in combination with this and with the diopside, copper pyrites. The pneumatolytic action may, therefore, have participated in the formation of the diopside, and the large percentage of ferrous iron (cfr. analyses below) can be partly explained by the reducing action of the SO_2 accompanying the chalcopyrite formation according to the formula:

$$2SO_2 + 3O_2 \rightleftarrows 2SO_3 + 2O_2$$

In such a case the reduction must be assumed to have taken place at a rather low temperature, about 350 °C, and the transformation of light-green into dark-green diopside to have occurred during the last stages of the contact-metamorphosis of the limestone.

The garnet appears in such small grains that I have been unable to isolate a sufficient amount of material for analysis, but, on the other hand, with the kind assistance of Dr. ALMSTRÖM, I have had the diopside analyzed.

	XI_1	XI_2	XI_3	XI_a)	
SiO_2	49.21	—	49.21	81.61	81.70
TiO_2	—	0.07	0.07	0.09	
Al_2O_3	2.38	2.01	2.20	2.15	
FeO	15.51	15.70	15.61	21.69	85.67
MnO	—	1.63	1.63	2.30	
CaO	—	22.87	22.87	40.77	
MgO	—	8.43	8.43	20.91	
			100.02		

XI_1. Dark-green diopside from the Tennberg limestone. Anal. G. K. ALMSTRÖM.
XI_2. Dark-green diopside from Tennberg limestone. Anal. G. K. ALMSTRÖM.
XI_3. Average of analyses XI_1 and XI_2.
XI_a. Molecular proportions of XI_3.

This diopside, consequently, presents, analytically, a great agreement with the black Pargas diopside, as stated above (p. 506) under B. The only difference lies really in the dominating ferrous character of the iron. It is true that, in consequence of the insufficiency of the analysed material, the results obtained are incomplete, the determination, not only of the ferrous iron, but also of the alkalies and the water, being wanting, but, as the sample was dried at 120° C. and as the analysis ends with 100.02 %, the water and the alkalies must play a very subordinate role. Regarding the iron-percentage, Dr. ALMSTRÖM writes to me as follows:

It is evident, too, that far the greatest part of the Fe-percentage is present in the bivalent stage. If we suppose that the entire Fe-percentage is ferrous iron, then we obtain the ratio $RO : SiO_2 = 1.05 : 1$, the Al_2O_3 being omitted from the calculation.

In this diopside, too, the ratio CaO : MgO appears to be about the same as that at Mansjö and Pargas (cfr. p. 507),

A calculation of analysis XI_3 in agreement with analysis X (p. 506), gives, on subdivision into augite-, meta- and orthosilicate:

$R^{II} SiO_3$	=	88.4 %
$R^{II}_2 SiO_4$	=	6.9 %
$Ca Al_2 SiO_6$	=	4.7 %
		100.0 %

and, on subdivision into stöchiometric diopside-hedenbergitic proportions:

$Ca\,Mg\,(SiO_3)_2$ . . . . = 45.4 %
$Ca\,Fe\,(SiO_3)_2$ . . . . = 44.0 %
$Fe_2\,SiO_4$ . . . . = 4.8 %
$Ca\,Al_2\,SiO_6$ . . . . . . = 4.7 %
Excess FeO . . . . . . = 1.1 %
100.0 %

The excess of CaO at the normal diopside contact, as shown by analysis X, has, consequently, been, replaced by a corresponding excess of FeO, which, strangely enough, is almost exactly of the same weight.

I have determined the constants of the diopside as follows:

Axial angel $2V_{Na}$ (Obs.) . . . . . . = 57° 23′
$2V_{Na}$ (Cal.) . . . . . . = 58° 12′
Bi-refringence $(\gamma-\alpha)_{Na}$ (Obs.) . . . = 0.0280
$(\gamma-\beta)_{Na}$ (Obs.) . . . = 0.0215
$(\beta-\alpha)_{Na}$ (Obs.) . . . = 0.0065
Refraction α_{Na} (Cal.) . . . . = 1.7105
β_{Na} (Cal.) . . . . = 1.7170
γ_{Na} (Cal.) . . . . = 1.7385
Extinction $c : \gamma$ . . . . = 47.5°
Sp. wt $^{+15^\circ}_{+\ 4^\circ}$ . . . . = 3.201
Maximum size of crystals . . . . . = 1.8 m. m.

These values are well in agreement with ESKOLA's curves, and the composition $Di_{45}He_{55}$. Judging from the manganese proportions, and from the adjacent manganese-garnet, the dark-green diopside appears to have been pneumatolytically enriched, on its formation, with Fe and Mn.

The chondrodite.

In the same part of the limestone-quarry where the dark-green hedenbergite was obtained, I have also found chondrodite, although in Tennberg, this mineral appears only in almost microscopically small crystals, and, even then, very rarely. In consequence of conditions to which I shall return later on (p. 528), all the fluorine appears to have been mainly bound in the vesuvianite which was crystallized later on.

Megascopically, the mineral is brown, and it is of the type named by me »B-chondrodite» (1. p. 380). It displays a very extensive serpentinization, and is highly pleochroic and carries but sparse twinning lamellæ, all of which is in full agreement with the corresponding mineral in the upper pegmatitic dyke series of Mansjö, a type which I showed to have been formed from the impurities existing in situ in the limestone, chiefly in the form of magnesia-mica, without any other enrichments than fluorine and water.

Here, too, the B-chondrodite exitss intimately combined with a phlogopite described below, and with remains of periclase.

The following optic determinatious have been carried out on the B-chondrodite;

		Tennberg (Eckermann)	*Mansjö* [1] (Eckermann)	*Kaveltorp* (Sjögren) (Lacroix)
Angle between axial plane and (001)		28°30′	26°34′	28°56′
	$2V_{Na}$ (Obs.)	—	74°06′	—
	$2V_{Ta}$ (Obs.)	72°30′	74°02′	—
	$2V_{Ta}$ (Cal.)	73°20′	74°40′	—
Bi-refringence	$(\gamma-\alpha)_{Ta}$ (Obs.)	0.0291	0.0344	0.032
	$(\gamma-\beta)_{Ta}$ (Obs.)	0.0189	0.0220	0.020
	$(\beta-\alpha)_{Ta}$ (Obs.)	0.0101	0.0124	0.012
Refraction	γ_{Ta} (Cal.)	1.6389	1.6470	1.689
	β_{Ta} (Obs.)	1.6200	1.625	1.619
	α_{Ta} (Cal.)	1.6098	1.6126	1.607

On comparison, we find that the Tennberg chondrodite is more nearly related to the Kaveltorp than to the Mansjö mineral.

The size of the axial angle and the position of the axial plane, especially, presumably point to a somewhat close genetic agreement, which is probably connected with the absence of the high-tension conditions ruling at Mansjö, as may be seen, too, by the following discussion of the whole of the Tennberg-paragenesis (p. 518).

The mineral is optically positive, with $\varrho<\nu$.

The grains of chondrodite seldom exceed 0.2 mm, and in the rock have probably been mistaken by Weibull for garnet, and therefore remained unnoticed by him.

Phlogopite and Penninite.

Together with the B-chrondrodite, and often enclosed as residuums in it, there occurs, in small laminae (0.2—0.3 mm in size) a beautiful green phlogopite, with the absorption-scheme:

$$\gamma = \text{brown-green} = \beta < \gamma = \text{light-green}.$$

---

[1] I take the opportunity of correcting a serious error, which my Mansjö-paper (1. pp, 380—381) has been found to contain. When calculating the mean values of the optical determinations of the B-chondrodite, some G-chondrodite readings were also used. The correct figures are given here.

Optically, it is negative, and without any observable opening of uniaxial cross.

$$\text{Bi-refringence } (\gamma-\alpha)_{na} = 0.039$$

The phlogopite is partially chloritisized, and passes into a colourless to light green pleochroic penninite, which is optically positive, with negative elongation and 2 E = ca. 8°, i. e., almost uniaxial.

Spinel and Periclase.

In close agreement with the reaction-formula for Mansjö-G-Chondrodite earlier elucidated by me (1. p. 334) where enrichment with magnesia from the pegmatite (MgF_2), was accompanied by a simultaneous formation of spinel, we have, here, a corresponding formation of spinel, but brought about, instead, by the aid of the local MgO which, in the form of phlogopite and periclase residuums, are found with the chondrodite. Probably primary diopside too, has, simultaneously, been transformed into chondrodite, with the release, at the same time, of calcite, as we find two distinct generations of calcite, the one of which corrodes, so tos say, the other, and of which only the later, and younger generation bears the rare spineloctahedrons.

The spinel is of a dark green, and is frequently associated with pyrite. It perfectly resembles the Mansjö spinel, although it is found only of microscopic size (0.05 mm).

The periclase is colourless, with evident cleavages along (100). It is found only as residuums, and always in company with the chondrodite and spinel, and exhibiting, like these, a crystal surface which gives the impression of being fused.

In consequence of its small size and rare occurrence, it has been impossible to carry out any detailed examination of the mineral. Like the whole of the chondrodite formation, it constitutes a local deviation from the normal mineral paragenesis.

Accessory minerals of the contact zone.

In addition to the chief minerals, there occur accessorily in the contact between the granite and the limestone, or, more definitely, within the quartz-garnet-vesuvianite zone and the limestone close to the wollastonite, some typical contact minerals which deserve special notice, viz., titanite, turmaline, topaz, secondary calcite and quartz.

The TITANITE occurs chiefly in the plagioclase-quartz rock itself where, as I have formerly pointed out, it replaces the rutile of the granite. Locally, however, we also encounter an important accumulation of titanite quite close to the garnet formation, especially where the latter, as sometimes happens where vesuvianite is missing, is mixed with diopside. The titanite also appears to be concentrated along the more pegmatitic facies of the contacts of the granite. Optically, the titanite is normal, with 2 $V_{na}=27°35'$.

TURMALINE I have found in single prisms in the salic quartz rock. It is pleochroic in green to faint violet-brown.

TOPAZ appears, together with calcite, as enclosures in the vesuvianite rock, where it occupies the spaces between the vesuvianite-prisms, and it evidently represents a portion of the final residual solution, in which it has been stable by the side of the calcite. This topaz has probably been confounded by WEIBULL with the plagioclase enclosures described by him (14. p. 91), but which I have been unable to discover in any of my many thin sections.

The SECONDARY CALCITE has, in part, been already mentioned in the description of the vesuvianite rock (p. 489), but it occurs within the garnet and quartz rock, too, as typical crystallization-residuums, against which the garnet exhibits sharply defined crystal limits. The calcite has, in its formation, crystallized under great pressure and exhibits evident deformation structure (Fig. 16), derived, probably, from displacements among the garnet crystals before the mineral mass became definitely fixed in its present solid form.

The SECONDARY QUARTZ has not been encountered by WEIBULL in the vesuvianite mass in the form of enclosures. I have, however, found several examples of »quartz + calcite» as residual solutions, but, as a rule, there is present instead »topas + calcite», unless when, as is usually the case, only calcite and pectolitic or epidotic substances are present.

In the garnet, however, as well as on the boundary towards the vesuvianite, there exist numerous quartz enclosures together with the calcite, but, on the other hand, no formation of topaz. In this connection the calcite is, to a great extent, graphically intergrown by the quartz (Fig. 15), the whole giving the impression of an eutectic, which megascopically, is extremely beautiful on the weathered surfaces, where the lime has been dissolved and removed and only the quartz skeleton is left. Locally, large quantities of such graphic quartz-limestone have been found.

An etching trial on the quartz within a poicilitic calcite crystal from the border between the vesuvianite- and the garnet-felspar rock, pointed to the existence of β-quartz, i. e., to crystallization above 575°.

The same test was also carried out on quartz from the quartz veins (cfr. p. 517) and gave the opposite result, indicating an original crystallization below 575 centigrades, correction for pressure omitted.

The Dyke Rocks.

Pegmatitic high tension contact formations.

In addition to the normal contact around the limestone body, there also occur pegmatitic intrusions. Attention has already been called to the pegmatitic habit of the surrounding granite in certain localities, and, in those instances where this concentration of volatile components has taken place in the vicinity of the contact, it appears to have given rise to actual pegmatite dykes, which, in some cases, carry alumina earth (Mansjö type) and, in others, consist mainly of quartz.

Dykes of the Mansjö type.

An account has formerly been given of the chondrodite-bearing limestone that had been observed, and which, probably, should be considered, analogously with Mansjö (1), as the remaining contact-wall of a now non-existent pegmatitic intrusion which has either been blasted away, or lies at greater depths. I have, however, also found similar intrusions in the rock dumps of the quarry and also in the north-eastern wall of the limestone quarry close to the surface of the water.

The pegmatite dykes themselves are, in their most typical form, composed of a residual granite-magma — nearest allied to the quartz-plagioclase type — and consist of an amphodelitisized mass of anorthite together with scapolite and light-green diopside or, where the diopside has disappeared, prehnite and talc (cfr. 1. p. 378). The contact-wall of the veins is identical with that described and figured from Mansjö (1. pl. LXIII), but with the addition that the diopside in the very contact-line has been partially amphibolitisized and altered into pargasite already *before* all the alumina has been precipitated and the dyke transformed into a short offshoot of coccolithic pyroxene. This coccolite is not here of the violet-gray colour characteristic of the Mansjöite, but seems to consist of a normal light hedenbergite.

The diopside contact itself, consequently, has the following mineral composition:

Amphodelitisized dense dyke-rock.
(Anorthite, scapolite, diopside, prehnite, talc.)
↓
Titanite and leucoxen.
↓

Pargasite, with sharp crystal faces towards the dyke.
↓
Diopside in connected layer.
↓
Scattered grains of apatite, arranged in rows.
↓
Phlogopitic mica.
↓
Diopside grains accumulated along the contact.
↓
Limestone with grains of diopside.

The outshoot of pyroxene itself I have found in some samples to be transformed into blue-and certainly alkali-bearing amphibole. with $\varrho \geq \nu$, optically negative in character and with pleochroism from light green to a light intense blue. The pyroxene itself, which has $\varrho > \nu$, positive character, and

$$(\gamma - \alpha)_{Na} = 0.0291 \quad (\beta - \alpha)_{Na} = 0.0072 \text{ and } (\gamma - \beta)_{Na} = 0.0219$$

is a diopside, of the light-green type and remains in the form of cores surrounded by reaction-rims of amphibole. The latter show against the diopside transitory borders, but towards the calcite, a sharply defined undulous outline.

I have determined the following optic constants of the amphibole:

$$2V_{Na} \text{ (obs.)} = 81^\circ 55'$$
$$2V_{Na} \text{ (cal.)} = 80^\circ 42'$$
$$(\gamma - \alpha)_{Na} \text{ (obs.)} = 0.0229$$
$$(\gamma - \beta)_{Na} \text{ (obs.)} = 0.0133$$
$$(\beta - \alpha)_{Na} \text{ (obs.)} = 0.0096$$
$$c : \gamma = 18^\circ 45'$$

The amphibole shows a remarkably low bi-refringence $(\beta - \alpha)$ and also an unusual axial angle. It is similar to the Sorétite (Bull. Soc. Fr. Min. 1903 XXVI, p. 126), described by DUPARC and PEARCE.

The amphibole, therefore, is probably a soretitic hornblende.

Dykes of the quartz-vein type.

These dykes issue normally from the plagioclase-quartz-garnet zone of the large contact.

An account has already been given of the way in which these veins, when penetrating fissures in the surrounding granite, have been given the character of quartz-prehnite veins. On penetrating the limestone there have arisen garnet-wollastonite dykes, as before described (p. 486), if the intrusion has occurred during an earlier stage of the contact (lower vapour pressure, higher temperature), in which connection the penetration would chiefly have followed thermo-mechanically, formed fissures.

On intrusion during a later and more hydatogenous pegmatitic stage (higher vapour-pressure, lower temperature) there have, on the other hand, been formed real dykes of a more purely pegmatitic quartz nature. These dykes have soaked the surrounding limestone, too, and have occasioned to a characteristic transformation of the latter, to which they have given a beautiful water-blue colour.

This colour is the result of the amphibolitization of all the grains of diopside, — as a rule entirely —, into small crystal-flakes of pargasite.

The pargasite is positive with positive elongation, pleochroic from green to a light green, $\nu > \varrho$, and with the following additional optic characteristics, among which the axial angle is rather high:

$$2V_{\mathrm{Na}}\ (\mathrm{obs.}) = 61^\circ 40'$$
$$2V_{\mathrm{Na}}\ (\mathrm{cal.}) = 62^\circ 58'$$
$$(\gamma-\alpha)_{\mathrm{Na}}\ (\mathrm{obs.}) = 0.022$$
$$(\gamma-\beta)_{\mathrm{Na}}\ (\mathrm{obs.}) = 0.016$$
$$(\beta-\alpha)_{\mathrm{Na}}\ (\mathrm{obs.}) = 0.006$$
$$c : \alpha = 16^\circ 30'$$

The QUARTZ, which is clear and not undulous, penetrates poikilitically, like a larger- or smaller meshed sieve (Fig. 15) the recrystallized grains of calcite, which are, as a rule, very regular in size, (0.6—1.0 mm) (pavement structure). The quartz is always free from any gas-enclosures; it sometimes presents twinning-formation (parallel growth). Evident exponents of the pegmatitic character of the quartz are the two following minerals which, in gradually decreasing quantities, are encountered from the contact into the limestone, viz., turmaline and topaz. Both minerals have earlier been described as occurring in the normal granite-limestone contact formation.

The TURMALINE is highly pleochroic, in lavender-blue, fully uniaxial and negative with $(\varepsilon-\omega)_{\mathrm{Na}} = 0.026$. The size of the well-developed crystal prisms varies between 0.2 to 0.3 mm.

The TOPAZ also occurs in small grains (0.2—0.03 mm), and is full of enclosures and cavities. The refraction was determined according to NIKITIN at $n_\beta = 1.62$, and is consequently, relatively high, this pointing to a low percentage of fluorine and a high one of water (cfr. S. L. PENFIELD's and J. C. MINOR's investigation; ref. ROSENBUSCH p. 138). The birefringence is low; 0.0085. The optic. character of the mineral and the elongation is normal, viz. positive

The topaz occurs together with the quartz, sometimes altogether replacing the latter, sometimes sharing the »sieve-holes» with it, or projecting from the edge a little way into the quartz. The topaz, as a rule, appears to have been the last that was crystallized, and, like the quartz, displays twinning.

Meta-diabase.

South of the limestone quarry on the very mountain-top there occur a few large boulders of limestone which undoubtedly have been moved to their present position by the ice.

One of them is traversed by a dark dyke, at first view giving the impression of being an ordinary diabase. Examined in thin section little is found of the original ophitic structure, the rock being recrystallized into a hornfelsic aggregate of actinolitic hornblende, pyroxene, basic felspar and quartz. A thin reaction-rim of quartz has been formed between the limestone and the dyke on both sides, — but otherwise every contact-formation is wanting.

As no diabase-dykes are found in the Tennberg granite, this dyke undoubtly hails from a cross-cutting of the original limestone deposit, wherever it was situated.

The Mineral Paragenesis of the Tennberg Contact Minerals.

Statistical synopsis.

The contact-metamorphic limestones of Pargas, in Finland (7) and of Mansjö, in Sweden, have formerly been described in the literature by Laitakari and the present writer, in which connection, and in my comparison between the two occurrences, I have discovered a »qualitatively rather inconsiderable and, quantitatively, very conspicuous difference», which I explained by the higher temperature and lower pressure prevailing at Pargas during the genetic period.

If, now, a comparison be made with the normal Tennberg mineral-paragenesis in the contact between the granite and the limestone, we shall find that, although the minerals, on the whole, are the same, the Tennberg paragenesis differs considerably from that of the other two.

This is seen, to begin with, by my earlier published (1. p. 390) and here (p. 519) appended table of the Pargas-Mansjö paragenesis, which I have supplemented by the Tennberg minerals, whose occurrence is shown by squares, the Mansjö minerals being marked by circles and those of Pargas by a cross. A cross within a square signifies that the mineral occurs at Tennberg and Pargas; a horizontal

	Calcite	Scapolite	Diopside	Mansjöite	Plagioclase	Apatite	Graphite	Wollastonite	Phlogopite	Microcline	Vesuvianite	Titanite	Quartz	Fluorite	Pargasite	Hornblende	Penninite	Pyrrhotite	Chalcopyrite	Grossularite	Chondrodite	Spinel	Prehnite	Periclas	Topaz	Turmaline
Calcite	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	⊖	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	⊟	⊟	+	⊟	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	⊖⃞	⊟	⊟	⊟
Scapolite	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	−	⊕⃞	⊕	+	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕⃞	⊕	⊕	−	−	+	−	⊕	−	−	−	−	−	−
Diopside	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	−	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	⊕	+	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	⊟	−	+	⊟	⊕⃞	−	−	−	⊟	⊟	⊟
Mansjöite	⊖	−	−	⊖	−	⊖	−	−	⊖	−	−	−	−	−	⊖	−	−	−	−	−	−	−	⊖	−	−	⊟
Plagioclase	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	−	⊕⃞	⊕	+	−	+	⊕	⊕	⊕	⊕⃞	⊕	⊕	−	−	+	−	⊕	−	−	−	−	⊟	⊟
Apatite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	⊖	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	−	+	−	⊖	−	−	−	−	⊟	⊟
Graphite	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+	−	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−
Wollastonite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	−	⊕	+	⊕⃞	−	+	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	−	−	−	+	−	⊕⃞	−	−	−	−	⊟	−
Phlogopite	⊕⃞	⊕	⊕	⊖	+	⊕	+	−	⊕⃞	+	⊕	⊕	−	+	⊕	⊟	⊟	−	⊟	−	⊕⃞	⊕⃞	⊖	⊟	⊟	⊟
Microcline	+	+	+	−	⊕	⊕	+	+	+	⊕	−	⊕	⊕⃞	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	−	−	−
Vesuvianite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	⊕	⊕	−	⊕⃞	⊕	−	⊕⃞	⊕	⊕⃞	+	⊖	−	−	−	−	⊕⃞	−	−	−	−	⊟	−
Titanite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	⊕	⊕	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⃞	−	⊖⃞	−	−	−	−	−	−	−	−	−	⊟	⊟
Quartz	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	−	⊕⃞	⊕⃞	+	⊕⃞	−	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	⊕⃞	⊕	⊖⃞	⊟	−	+	⊟	⊖⃞	−	−	⊟	−	⊟	⊟
Fluorite	+	⊕	+	−	⊕	⊕	+	−	+	−	+	−	⊕	⊕	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
Pargasite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	⊖	⊕	⊕⃞	+	−	⊕	−	⊖	⊖⃞	⊖⃞	+	⊕⃞	−	−	−	−	−	+	+	⊖	−	⊟	⊟
Hornblende	⊟	−	⊟	−	−	−	−	−	⊟	−	−	−	⊟	−	−	−	−	⊟	⊟	−		−	−	−	−	−
Penninite	⊟	−	−	−	−	−	−	−	⊟	−	−	−	−	−	−	−	⊟	−	⊟	−	⊟	⊟	−	⊟	−	−
Pyrrhotite	+	+	+	−	+	+	+	+	−	+	−	−	+	−	−	⊟	−	+	⊟	−	−	+	−	−	⊟	⊟
Chalcopyrite	⊟	−	⊟	−	−	−	−	−	⊟	−	−	−	⊟	−	−	⊟	⊟	⊟	⊟	⊟	⊟	⊟	−	⊟	⊟	⊟
Grossularite	⊕⃞	⊕	⊕⃞	−	⊕	⊖	−	⊕⃞	−	+	⊕⃞	−	⊖⃞	−	−	−	−	−	⊟	⊕⃞	−	−	−	−	⊟	⊟
Chrondrodite	⊕⃞	−	−	−	−	−	+	−	⊕⃞	−	−	−	−	−	+	−	⊟	−	⊟	−	⊕⃞	⊕⃞	−	⊟	−	−
Spinel	⊕⃞	−	−	−	−	−	−	−	⊕⃞	−	−	−	−	−	+	−	⊟	+	⊟	−	⊕⃞	⊕⃞	−	⊟	−	−
Prehnite	⊖⃞	−	−	⊖	−	−	−	−	⊖	−	−	−	⊟	−	⊖	−	−	−	−	−	−	−	⊕⃞	−	−	−
Periclas	⊟	−	⊟	−	−	−	−	−	⊟	−	−	−	−	−	−	−	⊟	−	⊟	−	⊟	⊟	−	⊟	−	⊟
Topaz	⊟	−	⊟	−	⊟	⊟	−	⊟	⊟	−	⊟	⊟	⊟	−	⊟	−	−	⊟	⊟	⊟	−	−	−	−	⊟	⊟
Turmaline	⊟	−	⊟	⊟	⊟	⊟	−	−	⊟	−	−	⊟	⊟	−	⊟	−	−	⊟	⊟	⊟	−	−	−	⊟	⊟	⊟

line, that it is wanting at the latter locality. A line without any squar or circle means that the mineral is wanting in the paragenesis of all three occurrences. No other minerals are included than those which have been observed in direct contact with each other.

The comparison shows immediately that, although the mineral-paragenesis has been increased by the minerals topaz, turmaline, periclase and penninite, still, it is considerably more restricted than that of Mansjö and at Pargas. Special attention should be paid to the fact, that the paragenesis: calcite + quartz + wollastonite, is observed here at Tennberg as at Pargas, while it is wanting at Mansjö, even if it, at Tennberg, is not the rule but a somewhat rare exception.

The pargasite formation out in the limestone, which occurs at Tennberg and at Pargas, is wanting at Mansjö; the Tennberg pargasite-formation in the diopside-contacts of the pegmatite-offshoots has its counterpart, however, at Mansjö.

If we neglect the quantitative restriction in the number of minerals, the typical pargasite- and wollastonite paragenesis brings Tennberg nearer to Pargas than to Mansjö, however, and allows us to imagine for it a genetically median position between tho two latter.

The development of the paragenesis.

By collocating the above observations and analyses-material, and in the light of my Mansjö investigations, formerly published, I have endeavoured to reconstruct the mineralogical-chemical course of the development of the Tennberg paragenesis.

By the falling of the limestone block into the probably stoping-like upward-pressing granite magma, — which latter, although not pegmatitic, still carried a high percentage of water and fluorine as is seen by tho hydrous characteristics of its final period of solidification (p. 472) —, there was introduced into the granite a space with a vapour-pressure lower than that prevailing in the surrounding magma. To begin with, the temperature of the magma appears to have been so high that its vapour-pressure curve was still below the upper distillation-point for the pressure-difference in question. At the contact, therefore, there has arisen a direct contact-formation between the FeO, MnO, MgO of the granite, and the nearest lying limestone layer and free silica, which has united with the calcite to form hedenbergitic diopside. In the process of this latter formation there is released CO_2 which, however, is absorbed by the limestone and granite, and the concentration of which, consequently, is low. No oxidation to ferric oxide can therefore have taken place (cfr. p. 481), the temperature being much too high, probably about the same as that of the magma.

Simultaneously, there starts an emigration of CaO molecules from the limestone to the granite. This assimilation of the lime by the granite I have already pointed out in the case of the pegmatitic facies of the Mansjö granite; in this present instance it evidently takes place in the normal granite itself. (Cfr. analyses p. 470.) The probability of such assimilation has also been pointed out by Eskola (3. p. 287) in the case of the clinopyroxene-gneiss of Massachusetts.

A thermal metamorphosis must have occurred in the limestone itself as a result of its falling down into the hot magma (possibly at an even earlier stage). Originally, the limestone has probably been rich in magnesia carbonate, which carbonate now, in consequence of an increase of temperature, has reacted with iron- and silicious impurities in the limestone, to form magnesium silicate, according to the formula:

$$RCO_3 + SiO_2 \rightleftarrows RSiO_3 + CO_2$$

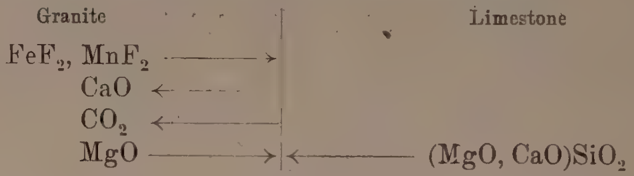
during the course of which the CO_2 has been carried off, and the reaction has run to the right.

Eskola has pointed out how, in this connection, the magnesium carbonate reacts at a lower temperature than the calcium carbonate does, and this will, of course, lead to an enrichment of the whole of the limestone's percentage of magnesia in the minerals crystallized out of the impurities, in this instance chiefly hedenbergitic diopside and, locally, phlogopite. It will also lead to a simultaneous dedolomitisation of the calcite mass, as is seen too, from Weibull's analyses (p. 488).

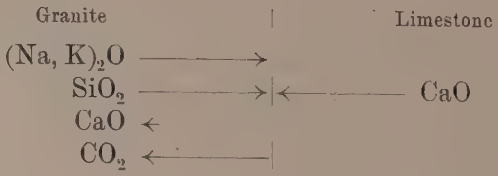
Part of these regional-metamorphic magnesia-iron-silicates, which, in consequence of the slight concentration of the carbonic acid vapours have become preponderatingly ferrous, is released on the dissolving of the calcite and its assimilation along the granite contact, and is gathered there as a thin layer, probably under the fresh formation of hedenbergite as a result of the addition of volatile manganese- and iron-haloides from the granite, which volatile compounds, in consequence of the vapour-pressure difference caused by the falling temperature, start moving in a direction towards the limestone. The high manganese percentage of the contact diopside points to this.

During the assimilation of CaO by the granite, the temperature should, as pointed out by ESKOLA (3. p. 292) lie »between the three-phase points, quartz-calcite-wollastonite and quartz-dolomite-diopside, invariant under the existing pressure». ESKOLA also states that »the higher of these points apparently lies below the inversion-point α-quartz—tridymite», a fact that is applicable here, too. At Tennberg the quartz-dolomite-diopside-point is that which lies highest, as the diopside-crystals have evidently, — partly at least — served as crystallization-centres for the wollastonite (cfr. p. 505).

MgO, as opposed to CaO, does not, therefore emigrate into the granite, but is drawn to the greatest existing concentration of CaO, i. e., the contact. In consequence of this, there begins from the granite, too, an emigration of MgO in a direction towards the limestone. The reaction-scheme for the first contact-period in the course of reaction can, therefore, be given as follows:



Simultaneously with the increasing concentration of CaO in the granite around the contact there occurs in the magma a relative increase of the percentage of anorthite with, simultaneously, an increase of the free silica, not bound to alumina, as well as a bindning of CaO with TiO_2 (titanite) and (Mg, Fe)O (diopside), as will be seen by a comparison between Analyses I, II, III and V (p. 470). In consequence hereof, there commences at the contact a crystallization of wollastonite with a divergent streaming out of CaO from the contact (the wollastonite radiates out towards the granite) and a concentration of the SiO_2-excess towards the contact. During the crystallization, the wollastonite pushes the already formed diopside, — partly solid, partly fluid, — away from the limestone, carrying it, so to say, on the points of the spears. The next reaction-phase, consequently, is in accordance with the following scheme:

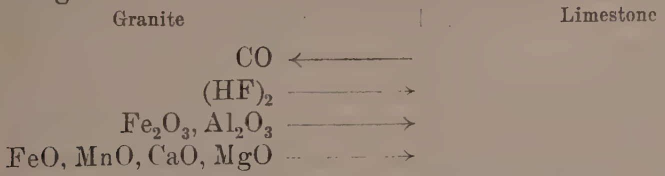


During the whole of the process of wollastonite formation, therefore, there goes on, with increasing concentration, a radiation into the granite of CO_2, which there — concentration and temperature permitting — acts as an oxidizer on the iron of the femic minerals. But there takes place simultaneously a considerable binding of the volatile constituents of the magma, chiefly Na_2O in the wollastonite, maybe because it enters into the latter as a double salt or solid solution in the form of the isomorphous pectotite $((H_2, K_2, Na_2)SiO_2)$ (cfr. Analysis IX).

In consequence of the thereby disturbed concentration of $(H_2, K_2, Na_2)O$, there begins an emigration of these radicles towards the contact, and the outside-lying granite magma becomes successively drained of its mineralisators, thus bringing about an increase of its solidification-point. The absorption of CaO has also contributed to a further displacement in the same direction.

The granite around the limestone-body will, therefore, gradually become more viscous and all the more impenetrable by the CO_2-gases which escape from the contact-reaction as this process goes on. Partly in consequence of this, partly as a result of the immigration of mineralisators, the pressure around the contact increases, until finally the formation of wollastonite is broken off when reaching the paragenesis-condition $CaCO_3$ — SiO_2.

By the binding of the silica in the wollastonite, there must be formed in the granite immediately surrounding the contact an orthosilicate relation between the residual silica and the immigrated lime, in addition to which, both the iron, alumina, water and fluorine have been relatively enriched in the remaining magma, Along the whole of the normal contact, where the temperature is still sufficiently high, there now exist the conditions necessary for the high-pressure minerals, viz., for the formation of vesuvianite and garnet. The scheme for the contact-reaction is now the following:



First there is formed the vesuvianite which, during the crystallization, binds in solid phases the volatile components, thereby bringing about a diminution of the vapour pressure. The undulous optic extinction-structure, which, in this connection, distinguishes the xenomorphus vesuvianite nearest to the wollastonite, as contrasted with the optic homogenity of the idiomorphic mineral last separated, may be looked upon as direct criteria of the falling pressure during crystallization.

The remaining granite nearest to the limestone must, at this point of time be imagined as composed of scapolite (cfr. p. 479), anorthite-, diopside-wollastonite- and orthosilicate molecules, water (alkalies) and haloides. I have previously, in my Mansjö dissertation (1. p. 329), given in formulæ my idea of the carbonate-scapolite formation there observed at the contact between the granite-pegmatite and the limestone, and the course of the vesuvianite-formation now described may be represented as a continuation of the same reaction:

$$\underset{\text{Scapolite (MaK + MeK)}}{NaHCO_3 \cdot 3NaAlSi_3O_8 + CaCO_3 \cdot 3CaAl_2Si_2O_8} +$$

$$+ \underset{\text{Diopside + Orthosilicate}}{12(CaMgFe)O \cdot 8SiO_2} + \underset{\text{Anorthite}}{2CaAl_2Si_2O_8} + H_2O =$$

$$= \underset{\text{Vesuvianite}}{3(CaMgFe)_6Al_3Si_5O_{21}H} + \underset{\text{Albite}}{2Na_2Al_2Si_6O_{16}} + 2CO_2$$

This reaction-course illustrates, too, the secondary albite enrichment which takes place at the contact (cfr. p. 469 and WEIBULL 14. p. 81) as contrasted with the anorthite formation at Mansjö.

In the formation of the vesuvianite-prisms, there have also been trapped between the crystals the intermediate residual solutions, which have afterwards solidified in the forms of calcite, quartz, topaz, epidote and pectolite. The occurrence of the latter mineral points to a temperature that has not yet sunk so low as to prevent the formation of wollastonite on the diminution of pressure. A further proof of this is given in the garnet-wollastonite dykes spoken of below. The occurrence of quartz and topaz also points to local metasilicate parts of the magmatic solution.

After so much of the volatile components has been consumed as corresponds to the formation of vesuvianite, and after the ratio $SiO_2 : RO$, in consequence of this, has been restored to the metasilicate, the vesuvianite is succeeded by the formation of garnet, varying in time and quantity with the local-, and certainly varying ratios of $SiO_2 : RO$ of the magma. As, for example, the points of the limestone xenolith have been unable to send any very large amounts of CaO into the granite magma, vesuvianite-formation is, as a rule, totally absent there.

During this formation of vesuvianite and garnet, in which there participates the remaining iron percentage of the magma, a percentage which has been concentrated in consequence of the formation of the iron-free wollastonite, the ferrous iron is oxidized to ferric iron by the now concentrated CO_2-gas which partly remains after the formation of wollastonite, and partly has been liberated during the course of the reaction. From the contact, therefore, there will now be diffused into the granite a flow of CO-gas, which, in consequence of the viscosity of the granite, which by this time may be partly crystallized within reach of the CaO-enrichment, will probably maintain its high concentration and be instrumental in reducing the ferric iron of the granite to ferrous (p. 481), especially the characteristic transformation from hornblende- to hastingsite-granite.

The crystallization of garnet which succeeds the formation of the vesuvianite marks the cessation of the secondary formation of albite as caused by the decomposition of the scapolite (cfr. p. 478) and the reaction-formula last given is then simplified to:

$$\underbrace{CaCO_3 \cdot 3CaAl_2Si_2O_8}_{\text{Scapolite}} + 7(CaO \cdot SiO_2) + \underbrace{CaAl_2Si_2O_8}_{\text{Anorthite}} =$$

$$= \underbrace{4Ca_3Al_2Si_3O_{12}}_{\text{Grossularite}} + 3SiO_2 + CO_2$$

Here, too, however, there goes on a secondary albitising of the plagioclase in consequence of the consumption of the anorthite molecules, which can be observed in the granite as acid shells round basic felspar kernels. I have also observed grains of plagioclase with the kernel built up by an acid centre and a basic surrounding shell, which is in perfect agreement with the sequence of reactions as given here by me.

In the formation of garnet, therefore, there is consumed a smaller part of those RO-molecules (chiefly CaO) which still remain in solution in the residual magma, than is the case in the formation of vesuvianite. In addition, there arises an excess of quartz, so that the garnet contains enclosures of quartz, but also, after its crystallization, leaves a residue of, mainly, quartz, and some as calcite secondarily crystallized CaO. In the rare local instances, where such a high orthosilicate ratio, or such a low excess of alumina has existed in the magma that all the alumina has been consumed during the formation of vesuvianite, the end-surfaces of the vesuvianite crystals will, therefore, terminate in a thin solely remaining aggregate of quartz, calcite and diopside, a phenomenon already partly observed by WEIBULL (14. p. 87) but which he has not attempted to explain.

If we now summarize schematically the three periods of primary contact-formation hitherto described, we obtain the following scheme:

Granite	*Granite-contact*	*Residual-magma*	*Limestone-contact*	*Limestone*
Hornblende	← augitic diopside + CO_2	← $SiO_2 : RO$ ca. 1 →	wollastonite + diopside	—
Hastingsite	← albite + CO	← $SiO_2 : RO < 1$ →	vesuvianite	—
Prehnite	← quarts + calcite	← $SiO_2 : RO > 1$ →	garnet	→ garnet-wollastonite dykes

After this primary contact-series follows however, a secondary, which has, above, already been introduced with the intrusion of the garnet wollastonite-prehnite dykes into the limestone and the granite.

For, during the crystallization of the garnet, the vapour-pressure in the residual solution once more rises successively in consequence of the precipitation of the solid phases and of the concentration of the more volatile compounds. The water-, fluorine- and boron percentages increase in the residual magma, which grows more and more hydatogenous.

But before all the garnet has crystallized, the strain bursts loose parts of the limestone body, especially towards the thinner ends, where it is crossed by numerous cracks. By way of these cracks, the magma, which still contains a varying percentage of R_2O_3, penetrates through the previously protective »vesuvianite-wollastonite armour-plate» into the region of lower pressure within the limestone, and gives rise to a specially beautiful example of false bedding. (Figs. 9 and 11.) From the crack itself, silica is diffused on both sides into the limestone, but, in contrast with the earlier contact phenomenon, carrying with it some R_2O_3-molecules as a consequence of its high-tensioned pegmatitic character.

Although the temperature has fallen since the beginning of the great contact-reaction, the diminution of the pressure leads to a restoration of the paragenesis:

$$CaCO_3 + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 + CO_2$$

and the formation of wollastonite begins anew. In this case, the wollastonite does not grow to meet the magma, as it did before, but the silica of the pegmatitic residual solution penetrates the limestone to a distance corresponding to the equalization of the pressure. The limestone's original light-green diopside-crystals are found again in approximately their original position, somewhat displaced by the crystallization of the wollastonite needles, and enriched by RO-molecules, whereby they are given a somewhat darker colour.

With the wollastonite starting to crystallize at its extreme limit within the limestone, the impregnating R_2O_3-bearing acid solution, has been enriched with R_2O_3-molecules, and, finally, the garnet has begun to form along a sharply defined »concentration» line of the limestone. As a result of this precipitation of solid phases, the percentage of silica and of the volatile components (note the binding of the H_2 and Na_2 in the wollastonite!) has again been increased, the formation of garnet has ceased and the crystallization of wollastonite has again begun, and this action has continued, stripe after stripe, with increasing amount of wollastonite, until all the silica (and H_2Na_2) in excess of the garnet-proportions, has been consumed.

Then, at last, the dyke-mass itself solidifies as grossularite, and the small residuums of RO, SiO_2 and (H_2, Na_2) O which are still retained within it, form diopside and, sometimes, tremolite. Free quartz is, as a rule, wanting. Along the contact itself between the garnet- and the wollastonite-limestone (i. e., the fissure-wall) there can be clearly distinguished a parallel fluidal structure in the arrangement of the diopside grains, showing that the temperature has been sufficiently high to bring about a real fusion, although one which has extended no more than a few millimetres into the limestone, but which undoubtly have brought some CaO into solution.

Within the wollastonite, on the other hand, the diopside crystals have not moved from their position, but have formed crystallizing centres for wollastonite »stars», which latter, close to the garnet stripes, radiate into the grossularite, which, so to say, fills the interstices between them.

I have drawn up an approximate, geometric determination of the R_2O_3-percentage carried from the intrusion by the quartz into the limestone, by measuring the amount of garnet in a section along the wollastonite-limestone wall shown in Fig. 11, and by determining and deducting the quantity of diopside in the adjacent, unaltered limestone. I then found in the penetrating hydatogenous quartz magma an average ratio by volume of: 17 $CaSiO_3$: $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$, or 1 molecule Al_2O_3 to 20 molecules SiO_2.

Simultaneously with the formation of the garnet-wollastonite-dykes, the vapour-pressure has also forced alumina bearing residual-magma into the now completely crystallized granite-contact zone, — mainly plagioclase-quartz rock, — where, instead of garnet, there has been formed prehnite-quartz veins (cfr. p. 479), the water-percentage having been, of course, here obliged to take part in the formation of the minerals within the weins.

When, finally, nearly all the R_2O_3 has been precipitated in solid phase, there still remains a high-tensioned pegmatitic solution consisting mainly of silica water, fluorine, boron and some Al_2O_3, which hydatogeneous and halogeneous solution, when it is unable to penetrate the solidified granite crust around the limestone, breaks its way, instead, through the weaker mineral-protection around the contact and penetrates into the limestone which is under lower pressure, transforming its diopside crystals to pargasite, as described above (p. 517) and creating in the limestone numerous topaz- and turmaline-bearing quartz-veins and quartz impregnations.

At this stage of reactions the concentration of fluorine is either too low, on account of the main part already being bound during the crystallization of the vesuvianite, or else the temperature has sunk too much, or perhaps, rather, the percentage of water is too high, to allow any formation of chondrodite, — the pargasite taking its place.

Finally, the remaining parts of the quartz solutions solidify in the contact itself after the pressure has been equilibrated. This reaction-scheme can, consequently, be given schematically thus:

Granite	*Granite-contact*	*Residual magma*	*Limestone-contact*	*Limestone*
—	Quartz (+ topaz + turmaline)	← $SiO_2 : RO$ ca. ∞ →	quartz (+ topaz + turmaline) →	pargasite + quartz + topaz.

In this process, consequently, the temperature has fallen so low, or else the vapour-pressure has been so high, that it has been impossible for any wollastonite to be formed, the paragenesis SiO_2—$CaCO_3$ prevailing, although quartz may occasionally have penetrated into the contact along with the earlier crystallized wollastonite, thus forming a false paragenesis.

As, however, the formation of the wollastonite was still possible during the formation of the garnet-wollastonite dykes, and as the last quartz injection affected only comparatively limited spaces around the veins, and, consequently, led to an equalization of pressure, probability points to the correctness of assuming a low temperature, although the temperature cannot have been very much below that necessary for the formation of the wollastonite.

For this last-mentioned point there also speaks the oxidation of ferrous to ferric iron during the formation of vesuvianite between the first crystallization of the wollastonite and the formation of the garnet, and also during the whole process of the garnet formation. FINDLEY's curve (cfr. p. 481 and fig. 17) gives as the lowest possible temperature for the oxidation of FeO into Fe_2O_3 at the lowest concentration of CO_2, about 490 C° and 55 percentage of CO_2 by volume, and, in the case of higher temperatures as well as lower, the oxidation begins only with higher concentrations.

From this we ought to be able to deduce that, at the close of the formation of the garnet, the temperature had not yet fallen very much below 490°, the ratio $Fe_2O_3 : FeO$ with respect to the vesuvianite, being the higher in the garnet, although the formation of secondary calcite points to our being on the curve declining from 490° with increasing gas-concentration. On the other hand, my determination of the character of the last quartz as α-quartz points to the deduction that the final formation of quartz must have taken place at a temperature below 575° C.

Another determination of the temperature during the final contact period as $< 350°$ without any correction of pressure, was given previously in the description of the reducing-action on the diopside's ferric iron by the SO_2 accompanying the last hydatogeneous magma. (p. 509).

Genetic comparison with Pargas and Mansjö.

I have formerly pointed out, that the chief distinction between Pargas and Mansjö lay in the rich occurrence of pargasite as compared with pyroxene that was to be found in the former. At Tennberg both kinds of paragenesis occur, and I have shown how the former is the result of a succeeding transformation of the pyroxene, possibly by addition of alumina, under the influence of a highly hydatogeneuos pegmatitic magma at a rather high temperature.[1]

Pargas differs from Mansjö by its regionally uniform conditions, pointing to the influence of large magma-bodies, while, on the other hand, Pargas resembles Tennberg, whose uniformly developed limestone inside the contact belt itself, can also be said to have been subjected to a regional thermo-metamorphosis, even if, quantitatively, it was limited.

---

[1] Compared with Mansjö.

The theory I put forward in consequence of my observations at Mansjö (1. p. 394), of the ability of the limestones to, so to say »provoke into existence» pegmatitic differentiation-parts out of the granite-magma, has here at Tennberg been confirmed. For, in some instances, purely pegmatite veins of Mansjö-type have been found to originate from the Tennberg granite and penetrate into the limestone, accompanied by all the contact-phenomena described at Mansjö, and, in addition, the whole limestone-body has been surrounded by a special, pegmatitic contact-magma differentiated out of the granite.

While, at Mansjö, the CO_2-gas could be at once absorbed by the adjoining sedimentary deposits, here, instead, only a very limited absorption of the gas could take place in the limestone body itself, and most of the gas had to be carried off through the granite as long as the latter remained in a fluid condition.

By this means, the quickly equalized gas-pressure in the limestone itself has contributed, at the first encounter with the granite, to protect the limestone — whose volume, as compared with that of the granite, was but small — from absorption, and the limestone has, instead, crept like a hedgehog into its wollastonite-vesuvianite-garnet armour. Although entirely surrounded by the magma, the percentage of »skarn»-minerals is considerably lower at Tennberg than at Mansjö. Judging from Laitakari's description the same appears to be the case at Pargas, too. My theory that the turning of the limestone into contact-minerals is in direct proportion to its own power of gas-absorption and that of the neighbouring sediments (1. p. 401), has, thus, gained additional confirmation, although it has been proved that respect must also be paid to the granite's own capacity to carry off the gases.

Conclusions Regarding the Assimilation of Limestone by Magmas.

It seems to me as if, here too, there could be drawn some conclusions regarding the fundamental cause of the much debated question, why the limestone, in one instance, is absorbed by a magma and in another case not (as at Alnö Island, Sweden).

Eskola (3. p. 291) points out how, in southern Finland, the assimilation of lime takes place in the pegmatite veins and not in »the granitic parent magma of the pegmatite», and he considers that the question whether the limestone is assimilated or not largely depends upon mechanical conditions, viz., the folding and mixing of crushed materials».

I was led, instead, to draw the conclusion that the main conditions for an assimilation should rather be sought for in the possibility of leading off the CO_2-gas, arising during the formation of the skarn-minerals, and of neutralizing, especially, the hindrance the limestone itself offers to such action by its increase of the attacking magma's own solidification-temperature, and the lowering of its viscosity.

The first condition can be partially met by ESKOLA's suggestion, but in can also be fulfilled by the movement of currents which, under certain volcanic conditions, occur in the magma — both in the magma itself and in the gases which, in consequence of pressure-differences, stream through the magma.

The second condition, on the other hand, can only find an effective correspondence in, firstly, a high initial temperature and, secondly, a high percentage of volatile components of the magma, especially alkalies and haloides which, by means of albite-, scapolite-, cancrinite- and other low-temperature mineral formations, prevent the anorthitisation of the magma with the accompanying high melting-point, and the shutting-off of the escaping carbonic acid.

We find in nature a union of both presuppositions, displayed in the feeding-channels of volcanoes, and it is, probably, due to this that, as a rule, our numerous alkaline-rocks give conclusive evidence of a connection with volcanic activity, as at Almunge, in Sweden (9) and at Tsin Chin Shan, in China (8).

This also explains why, while certain parts of the magma, where the activity has been lively, or the movement of the gas has been intensive, exhibit complete assimilation, other parts of the same magma, which have lost their gas, or are quiescent, contain only imperfectly assimilated fragments of limestone, sometimes embedded in a mineral armour, as seems to be partly the case with the Alnö occurrence, described by HÖGBOM.

Summary.

This description deals with the limestone quarry at Tennberg, near the Grängesberg iron mines, in Sweden, an occurrence which

consist of a xenolith of limestone, which is surrounded by a biotite-granite, and has been subjected to metamorphic contact alteration.

On the fall of the limestone into the granite, an assimilation of CaO by the granite has taken place, followed by a crystallization of wollastonite and diopside around the contact.

Simultaneously there has begun an emigration of the volatile components of the granite towards the limestone, whereby the biotite of the granite has been transformed into hornblende, and its normally hydrous femic minerals have, towards the contact, crystallized free from water.

After the CaO-percentage has increased in the granite, there succeeds the crystallization of vesuvianite, garnet and, finally, secondary calcite and quartz, around the contact. The CO_2-gas which was released at the decomposition of the calcite has, at the same time, oxidized Fe^{II} to Fe^{III} in the contact minerals, during which process the resulting CO has escaped through the granite, reducing its Fe^{III} to Fe^{II} and carrying over its hornblende into hastingsite. The occurrences of this latter mineral at Åtvidaberg (10) and Almunge (9) are of interest in this connection.

Simultaneously with the formation of vesuvianite, secondary albite has been formed in the granite-contact.

The surrounding granite has begun to crystallize as a result of its enrichment with CaO and of its loss of volatile components, and the reservoirs in more distant and fluid parts of the magma have been shut off. Simultaneously, the pressure has thereby increased within the contact during the crystallization of the solid phases into vesuvianite and garnet.

At this point of time, the limestone fragment has been floating in a hydatogenous magma inside a solidified or, at least, extremely viscous granite shell. The pressure of the high-tensioned pegmatitic residual solutions have, in this connection, given rise to peculiar garnet-wollastonite dykes with false bedding in the limestone, and to quartz-prehnite veins in the inner shell of the granite, which shell has been transformed into a diopside-bearing quartz-plagioclase rock.

Finally, there has crystallized a graphic intergrowth of secondary calcite and quartz, carrying topaz and turmaline, followed by large quantities of pure quartz, part of which has penetrated the limestone as quartz-veins, causing an interesting transformation of the diopside of the limestone into pargasite.

Schematically the successive course of the formations of the minerals at the contact can be given as follows:

Granite	*Granite-contact*	*Residual Magma*	*Limestone-contact*	*Limestone*
Hornblende	←augitic diopside + CO_2	← $SiO_2 : RO$ ca. 1	→ wollastonite + diopside	—
Hastingsite	←albite + CO	← $SiO_2 : RO < 1$	→ vesuvianite	—
Prehnite-quartz-veins	←quartz + calcite	← $SiO_2 : RO > 1$	→ garnet	→ garnet-wollastonite-dykes
—	quartz (+ topaz, turmaline	← $SiO_2 : RO$ ca ∞ ↓ falling temperature	→ quartz(+ topaz, turmaline)	→ pargasite + quartz (+ topaz).

I have described and, with the aid of the theodolite-microscope, determined the optic constants of the different contact minerals and especially in the light of the new analyses of the Tennberg vesuvianite, have entered into the discussion, promised in my Mansjö dissertation, of the constitution-formula of the vesuvianite there. As a result I have discovered that all the vesuvianite analyses allow themselves to be calculated as a compound salt of garnet, wollastonite and brucite. By combining the easily suggested thought that high fluorine percentages bring in the Mg F_2-group, — so well known in the humite-minerals, — instead of the brucite, with the hypothesis put forward by E. NORIN, that the vesuvianite, like the magnesia-micas, should be regarded as an analogous compound-salt, I have come to the following general formula for the constitution of vesuvianite:

$$\left[(H, K, F)_2R_4^{II}R_6^{III}(Si, Ti)_6O_{26}\right]_{n_1} \cdot \left[\left[R_2^{II}SiO_4\right]_{n_2} \cdot R^{II}(F, OH)_2\right]_{n_3} \cdot$$
$$\cdot \left[R^{II}SiO_3\right]_{n_4},$$

which I have shown to agree astonishingly well both with five new and carefully executed analyses discussed here, as well as with WEIBULL's earlier analysis and also with the analysis carried out by MAUZELIUS, of the peculiar Almunge-vesuvianite (9), which it has hitherto been found impossible to make agree with any earlier theory.

The vesuvianites of the Tennberg type (low tension) have been proved to be pure epidote-olivine-silicates containing only the radicale-groups »n_1» and »n_2», while the vesuvianites of the Mansjö type (high tension) are epidote-humite-silicates, containing all four groups.

I have also endeavoured to give an explanation of the equilibrium-position of the anorthite-percentage, An_{37} — An_{38}, of the felspar; observed by GOLDSCHMIDT in the Christiania field, and by me at Mansjö, and have thereby found, that the formation of carbonate-marialite limits the formation of higher anorthite-percentages in the felspar, both at Mansjö and at Tennberg, as long as NaO_2 and H_2O are present in sufficient concentration.

Further, I have made a statistic comparison between the Tennberg and the Pargas- and Mansjö parageneses, and have briefly discussed their various origins. The comparison with the Mansjö paragenesis formerly investigated by me shows that while, there, the contact-alterating pegmatite-granites were low-temperature residual solutions, forming minerals at low CO_2-concentrations (as is shown by the scarcity of ferric iron), the Tennberg formation was carried on with high CO_2-concentration at a high temperature and pressure, ending up so to say within an enclosed space.

Finally, I have drawn the deduction from my investigations, that, as presuppositions for a complete limestone assimilation by a granite magma, there must be established as conditions, firstly, the carrying off of the carbonic acid by a powerful mechanical or physical-chemical magma- and gas circulation and, secondly, the neutralization of the increase of the melting-point of the granite because of the absorption of lime, by the presence of a large percentage of alkalies and other volatile components.

The results of my investigation of the Tennberg limestone quarries as described above, were first given in a paper, read at the meeting of Scandinavian Scientists at Gothenburg on the eleventh of july this year. Since then I have received BUTLER's interresting paper suggesting an explanation of the high content of ferric iron of limestone contact zones (Econ. Geol. July 1923 p. 398) which closely agrees with my conception of the problem, and from which I have taken the liberty to borrow and add to my paper a reprint of Findley's curve (Pl. XII fig. 17).

This investigation was undertaken at the suggestion of Professor P. QUENSEL, who, when visiting the Tennberg in 1915 recognised its interesting features, and put it down as an object of research of the University of Stockholm.

I undertook in behalf of the University and in connection with my Mansjö-paper (1.) to describe the locality, but intervening work has delayed the fulfilment of my promise until now.

Bibliography.

1. v. ECKERMANN, H., The rocks and contact minerals of the Mansjö Mountain. Geol. För. Förh. Bd. 45 p. 203—410. 1922. Stockholm.
2. ESKOLA, P., The Eclogites of Norway. Videns. Skrifter. I. Mat. Nat. Klasse No. 8. 1921, Kristiania.
3. ——, The Contact Phenomena between Gneiss and Limestone in western Massachusetts. The Journ. of Geol. Vol. XXX p. 265—294. 1922.
4. EMERSON, B. K., Geology of Massachusetts and Rhode Island. U. S. Geol. Surv. Bull. 597. 1917.
5. FINDLEY, A., The Phase Rule and its Application p. 313. Longmans Green & Co.
6. GOLDSCHMIDT, V. M., Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Videns. Skrifter No. 11. 1911, Kristiania.
7. LAITAKARI, A., Ueber die Petrographie und Mineralogie der Kalklagerstätten von Pargas. Dissert. 1921.
8. NORIN, E., Tsu-Chin-Chan, an Alkali-Syenite-area in Western Shansi. Bull. Geol. Surv. of China. No. 3. 1921.
9. QUENSEL, P., The Alkaline Rocks of Almunge. Bull. of the Geol. Instit. Upsala. Vol. XII p. 146, 1913.
10. SUNDIUS, N., Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. Sveriges Geol. Unders. Ser. C N:o. 306, 1921 p. 43.
11. SJÖGREN, HJ., Contributions to Swedish Mineralogy. Bull. of the Geol. Instit. Uppsala. Voll. II p. 39—108. 1894.
12. TILLEY, C. E., Australasian Antarctic Expedition Scientific Reports, Ser. A. Vol. III, part II. 1923.
13. TSCHERMAK, G., Der Vesuvian in chemischer Beziehung. Akad. d. Wissen. Wien. Sitzungsber. Abt. I. 1919. Vol. 128, p. 351—375.
14. WEIBULL, M., Om kalken vid Tennberget. Geol. För. Förh. Bd. 18, p. 73—93, 1896,
15. ——, Studien über Vesuvian. Zeitschrift f. Kryst. XXI: 1, 1895.

List of Plates.

(All photographs with two exceptions are taken by the author.)

Pl.	III.	Fig.	1.	View of the southern wall of the Tennberg Limestone quarry during the vinter 1922—1923. Photo. taken by Mr. G. Ahlman.
»	»	»	2.	Tennberg granite
»	IV.	»	3.	Tennberg granite, normal structure. Nic. + Magn. 10 times.
»	»	»	4.	Tennberg granite, fine-grained structure, form. western point of limestone body. Nic. + Magn. 10 times.
»	V.	»	5.	Isotropic orthite crystal with shell of green epidote from the Tennberg granite. Ord. light. Magn. 20 times.
»	VI.	»	6.	Quartz-plagioclase contact between the Tennberg granite and the limestone. Photo. taken by Mr. Ahlman.
»	»	»	7.	Vesuvianite crystals surrounded by secondary calcite and diopside. Ord. light. Magn. 10 times.
»	VII.	»	8.	Contact between granite and limestone, showing granite (Gr), diopside-bearing quartz-plagioclase rock, (Pl + D), quartz-plagioclase-rock rich in quartz (Q + Pl), garnet-rock (G) and vesuvianite-rock (V).
»	VIII.	»	9.	Garnet-wollastonite dyke through the limestone.
»	»	»	10.	»Wollastonite-stars» and garnet (dark) from the contact-wall of a garnet-wollastonite dyke. Nic. + Magn. 20 times.
»	IX	»	11.	Cross section of a garnet-wollastonite dyke, showing garnet (G), wollastonite with diopside and stripes of garnet (W + D), calcite with stripes of garnet and some wollastonite (C + G), and pure calcite-rock (C).
»	X.	»	12.	Graphic intergrowth of secondary calcite and quartz; weathered surface.
»	»	»	13.	Wollastonite containing grains of diopside.
»	XI.	»	14.	Limestone containing crystals of light-green diopside. Ord. light. Magn. 20 times.
»	»		15.	Limestone, showing pavement-structure and poikilitically intergrown by quartz. Nic. + Magn. 20 times.
»	XII.	»	16.	Calcite-crystals which show deformation-structures. Nic. + Magn. 50 times.
»	»	»	17.	Stability relations for the equation $Fe_3O_4 + CO \rightleftarrows 3\,FeO + CO_2$ after Findley and Butler.
»	XIII.	»	18.	The Tennberg-district reprinted with additions of the quarries from the official Swedish map. Scale 1: 50 000.
»	XIV.			Petrological map of the Tennberg Limestone quarry. Scale 1: 800.
»	XV.			Section across the Tennberg limestone body. Scale 1: 400.

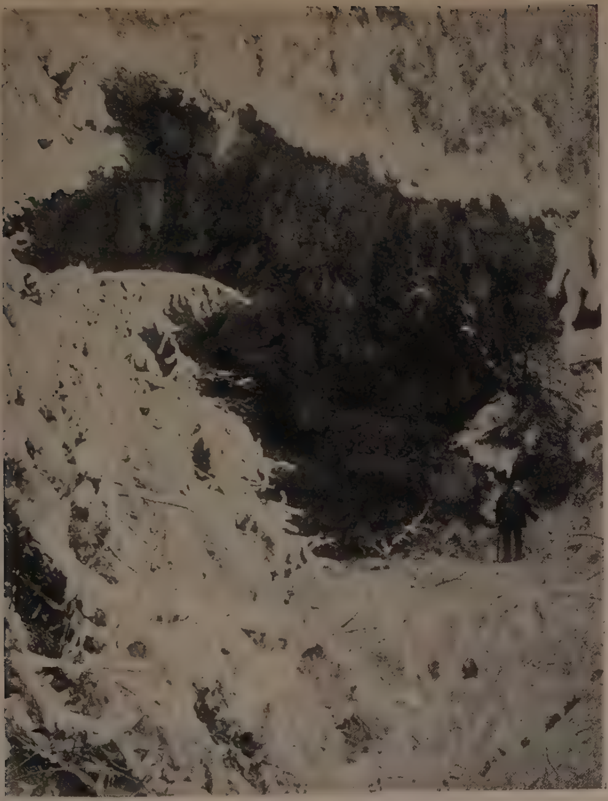


Fig. 1. View of the southern wall of the Tennberg Limestone Quarry during the winter 1922—1923. Photo. taken by Mr. G. Ahlman.

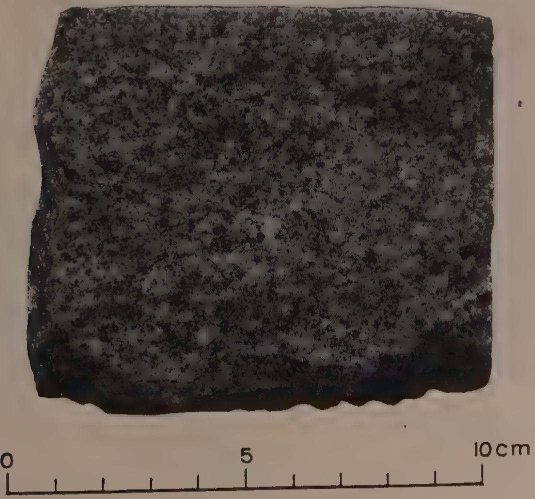


Fig. 2. Tennberg Granite.

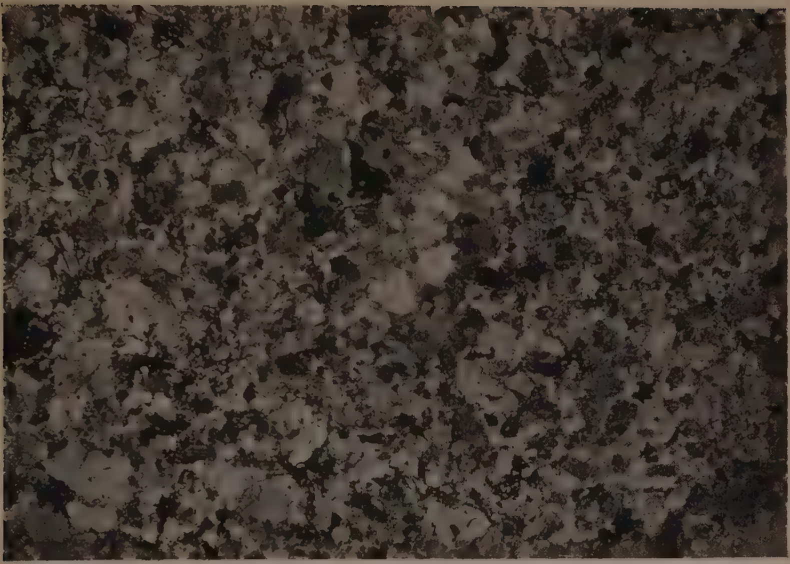


Fig. 3. Tennberg Granite, normal structure. Nic. + Magn. 10 times.

Fig. 4. Tennberg Granite, fine-grained structure from western point of limestone body. Nic. + Magn. 10 times.

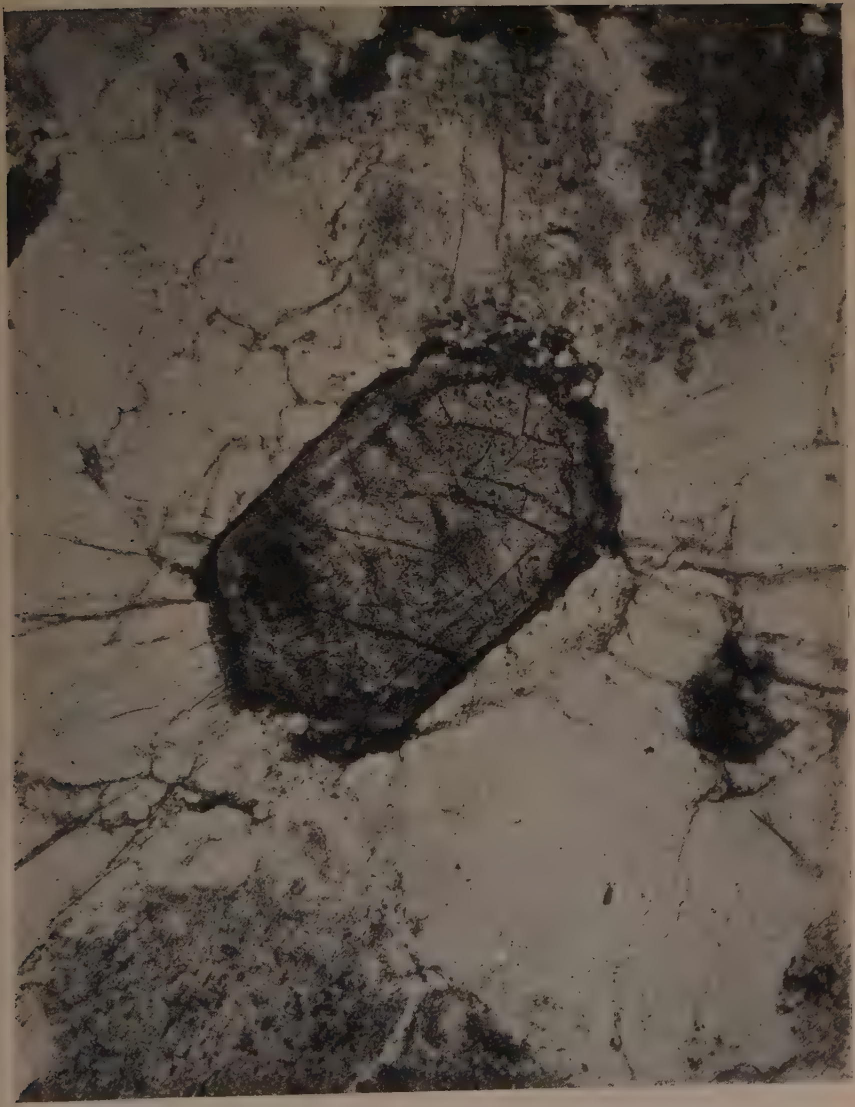


Fig. 5. Isotropic Orthite crystal with shell of green epidote, from Tennberg granite. Ord. light. Magn. 20 times.

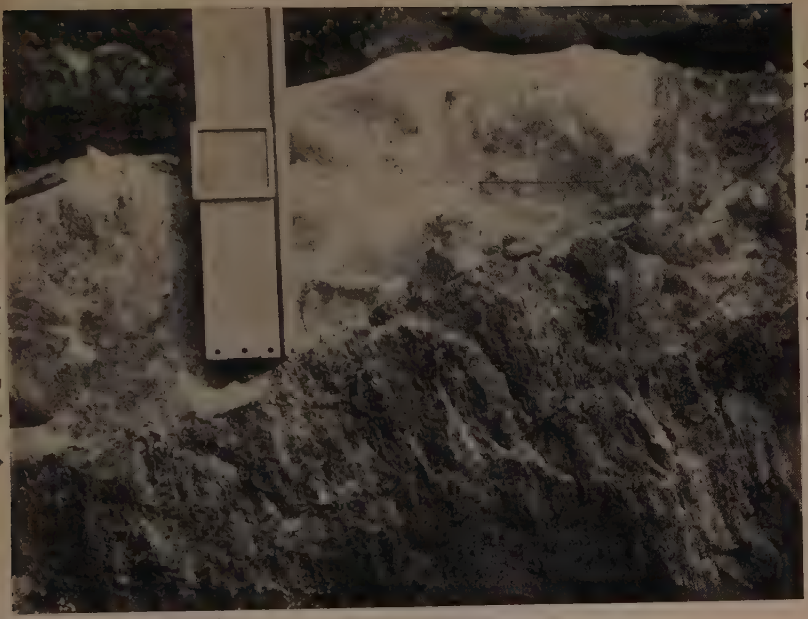

Granite
Granite
↑ Quartz-Plagioclase Rock
↑
Quartz-Plagioclase Rock ↑
Garnet ↑ Quartz-Plagioclase
↑
Garnet
↑
Vesuvianite

Fig. 6. Quartz-plagioclase contact between the Tennberg-granite and the limestone. Photo. taken by G. Ahlman.

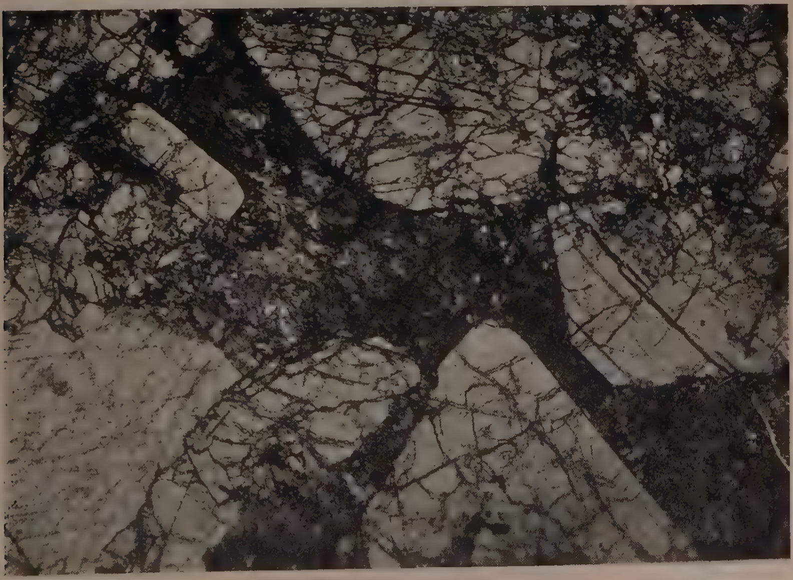


Fig. 7. Vesuvianite crystals, surrounded by secondary calcite and diopside. Ord. light. Magn. 10 times.

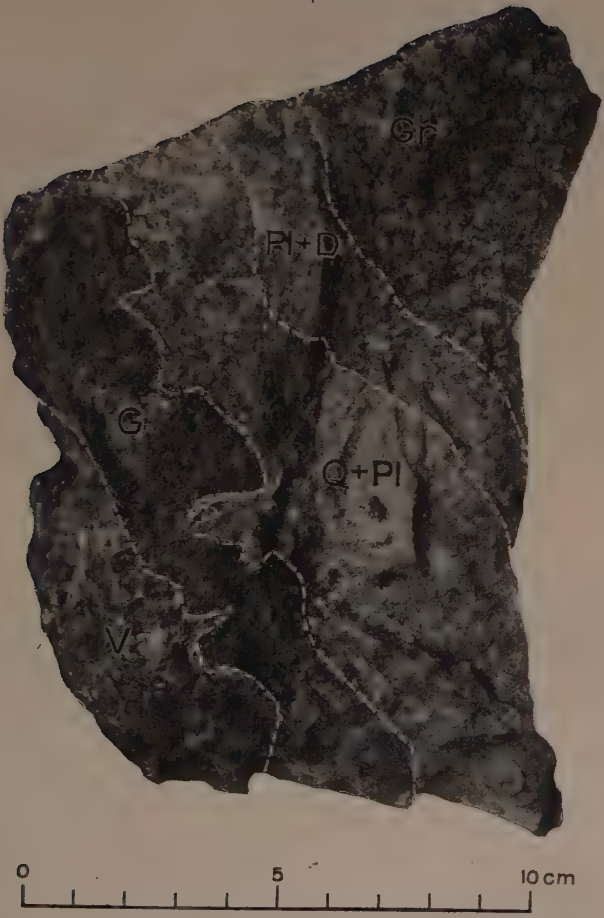


Fig. 8. Contact between granite and limestone, showing granite (Gr), diopside-bearing quartz-plagioclase rock (Pl + D); quartz-plagioclase rock, rich in quartz (Q + Pl), garnet rock (G), and vesuvianite-rock (V).

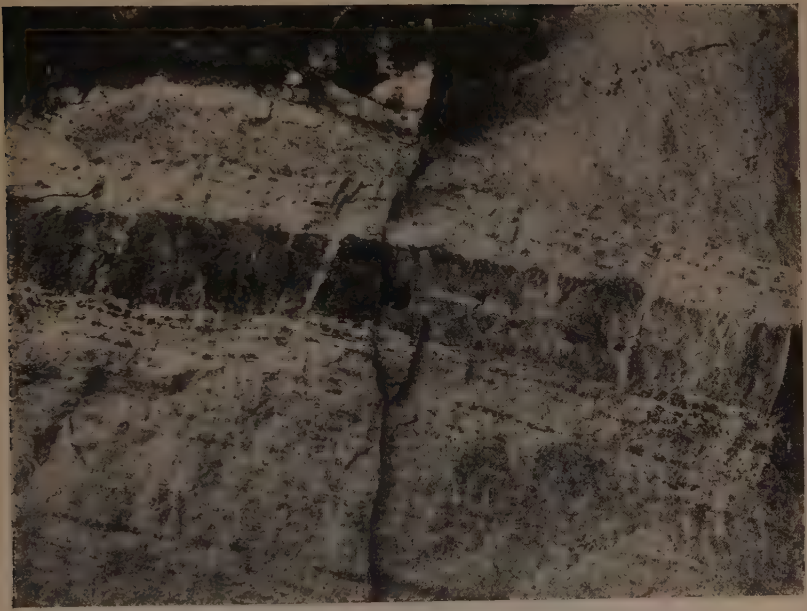


Fig. 9. Garnet-wollastonite dyke through the limestone.

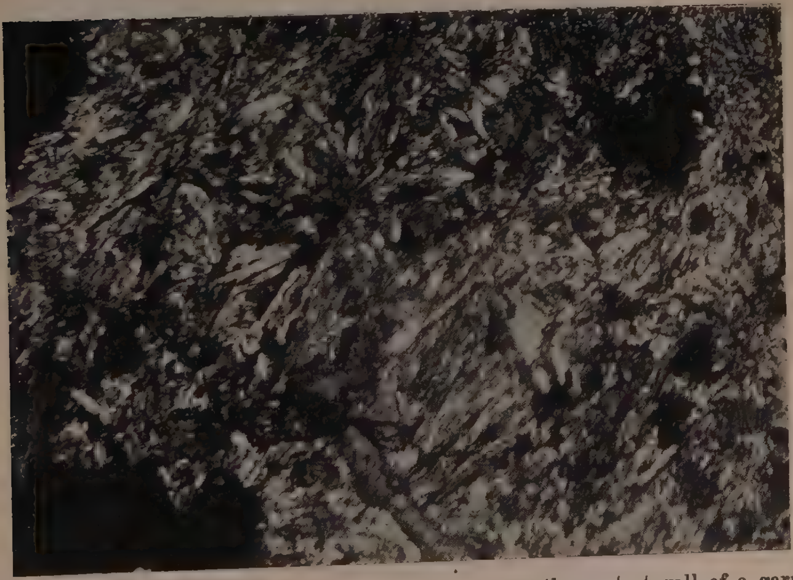


Fig. 10. Wollastonite-»stars» and garnet (dark), from the contact-wall of a garnet-wollastonite dyke. Nic. + Magn. 20 times.

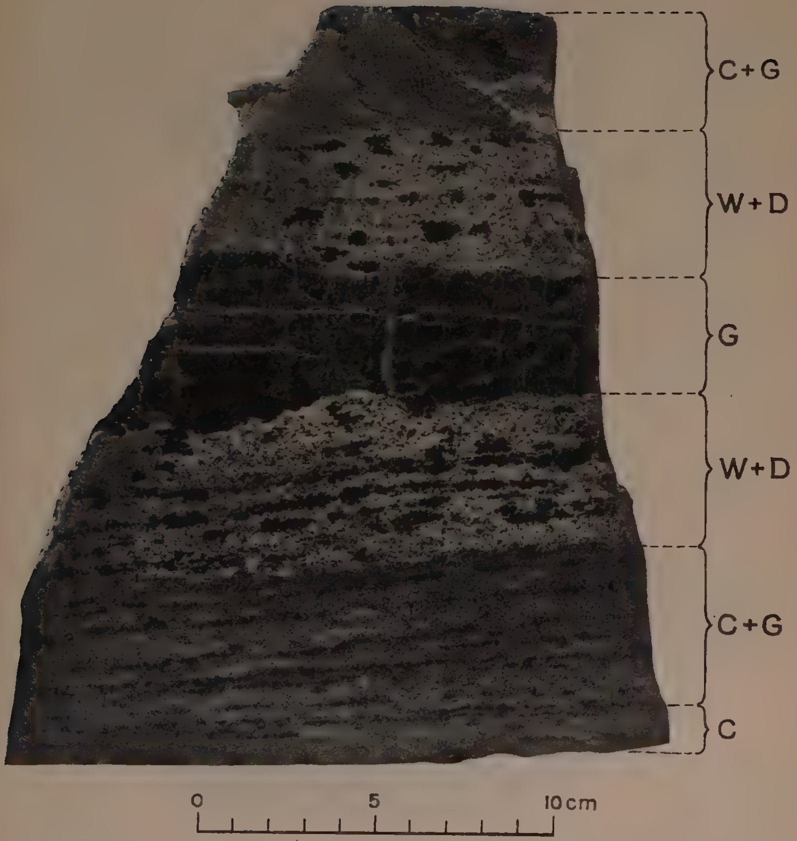


Fig. 11. Cross section of a garnet-wollastonite dyke, showing garnet (G), wollastonite with diopside and stripes of garnet (W + D), calcite with stripes of garnet and some wollastonite (C + G), and pure calcite-rock (C).

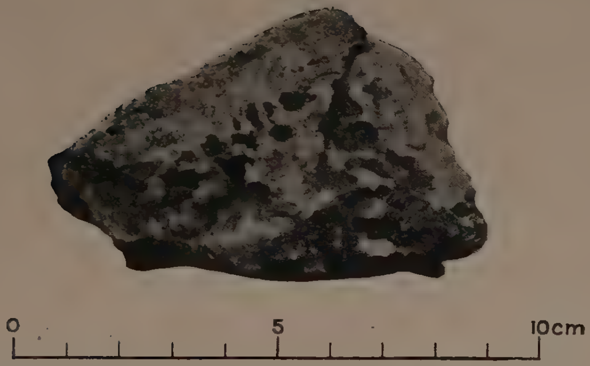


Fig. 12. Graphic intergrowth of secondary calcite and quartz; weathered surface.

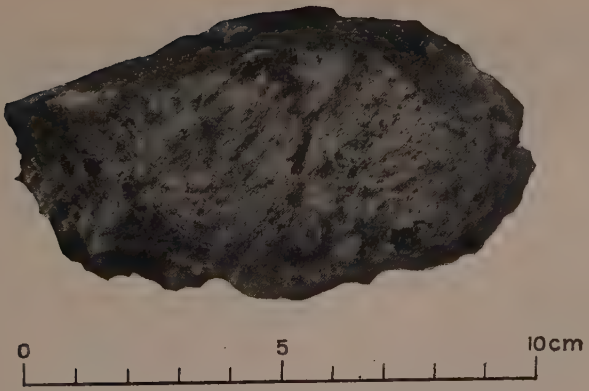


Fig. 13. Wollastonite containing grains of diopside.

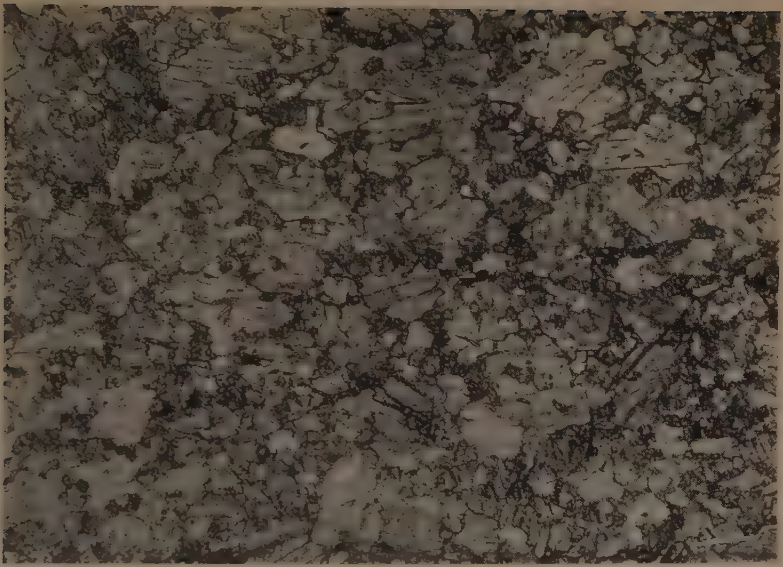


Fig. 14. Limestone containing crystals of light-green diopside. Ord. light. Magn. 20 times.

Fig. 15. Limestone showing pavement-structure and poikilitically intergrown by quartz. Nic. + Magn. 20 times.

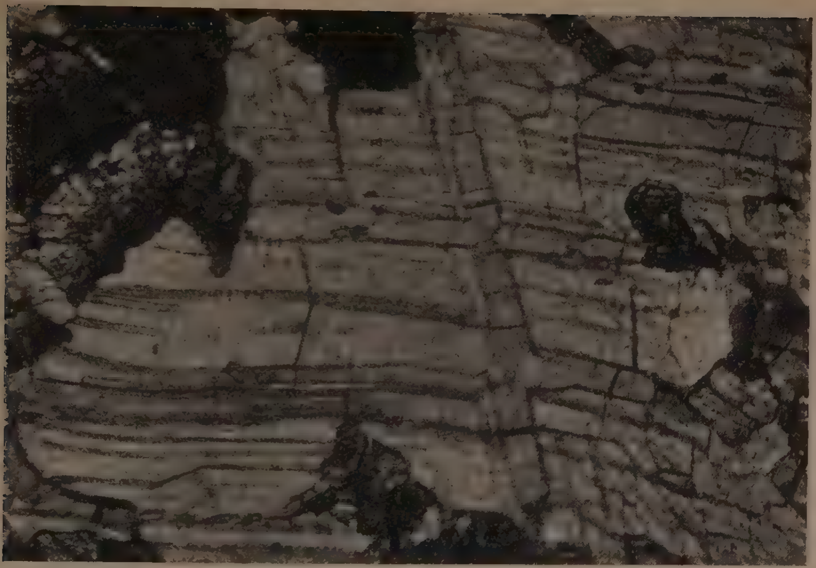


Fig. 16. Calcite-crystals showing deformation structures. Nic. + Magn. 50 times.

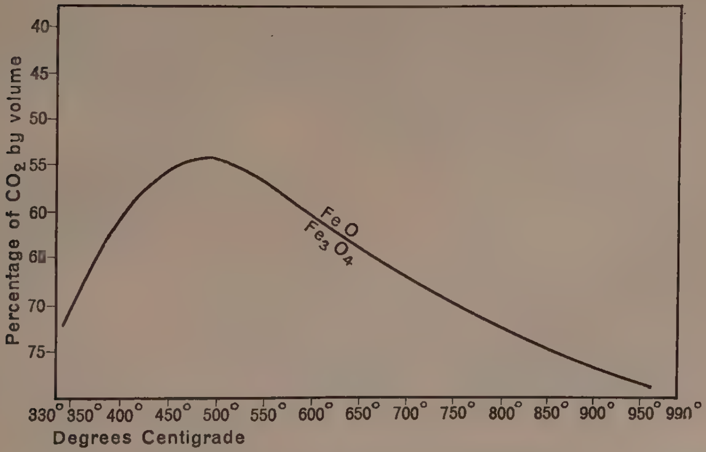


Fig. 17. Stability relations for the equation $Fe_3O_4 + CO \rightleftarrows 3\ FeO + CO_2$ after Findley and Butler.

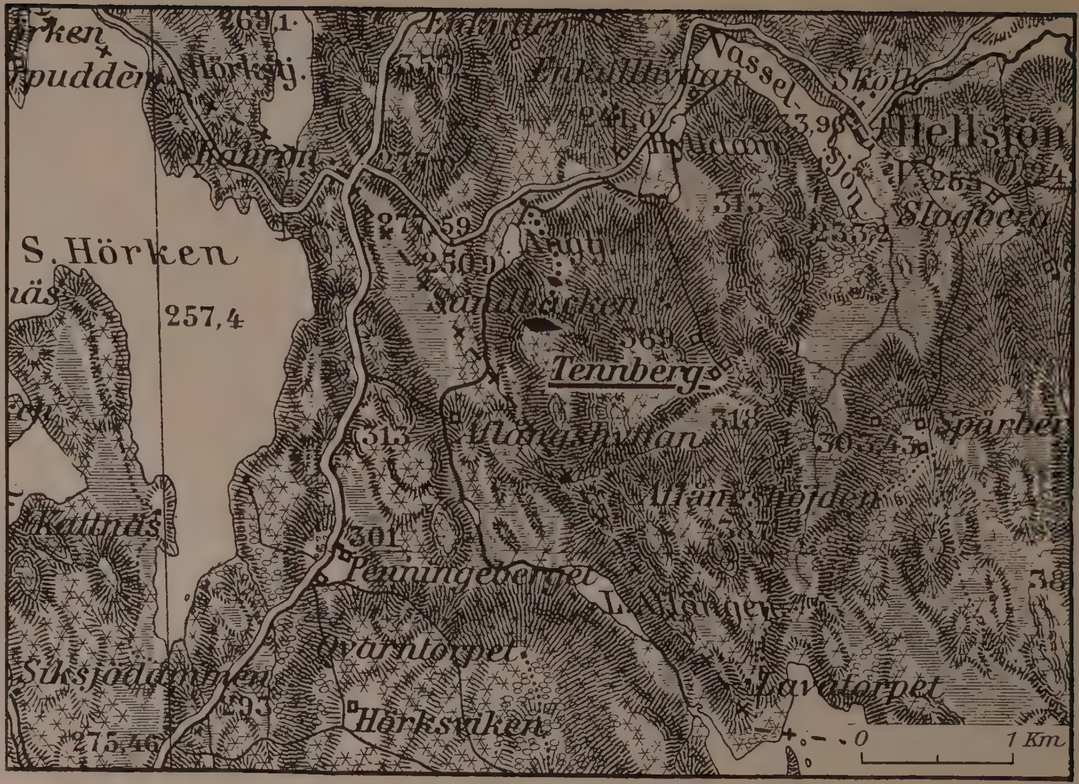
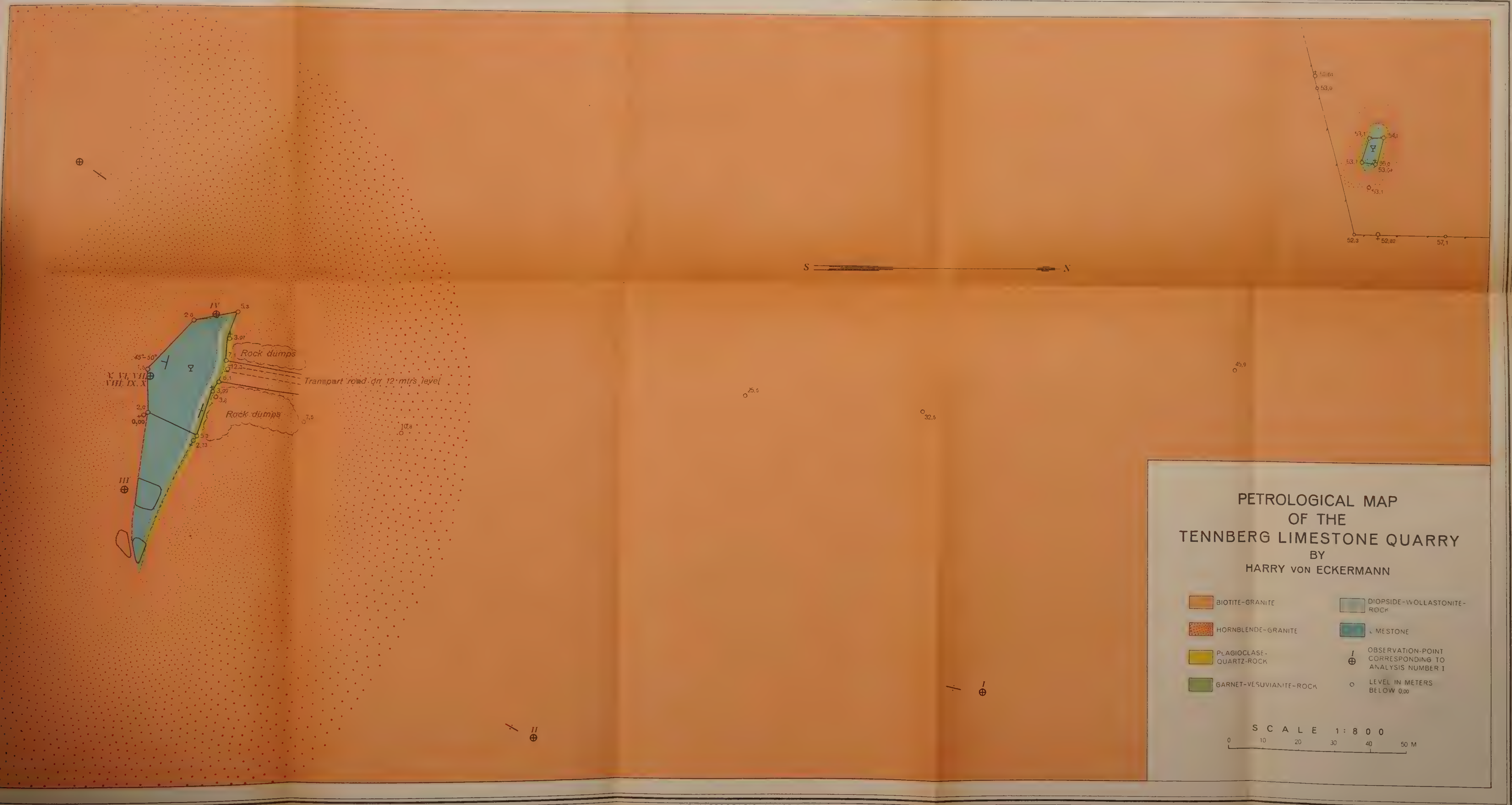


Fig. 18. The Tennberg-district, reprinted with addition of the quarries from the official Swedish map. Scale: 1: 50 000.



PETROLOGICAL MAP
OF THE
TENNBERG LIMESTONE QUARRY

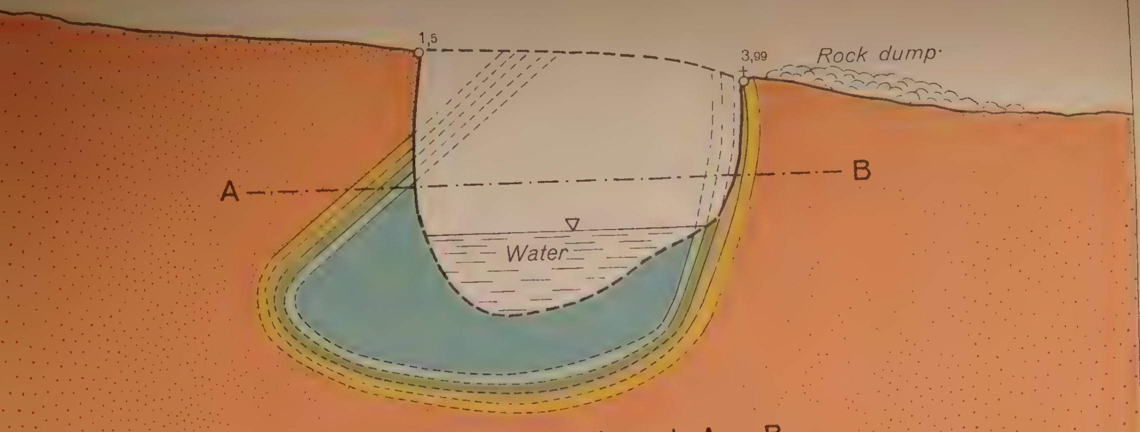
BY

HARRY von ECKERMANN

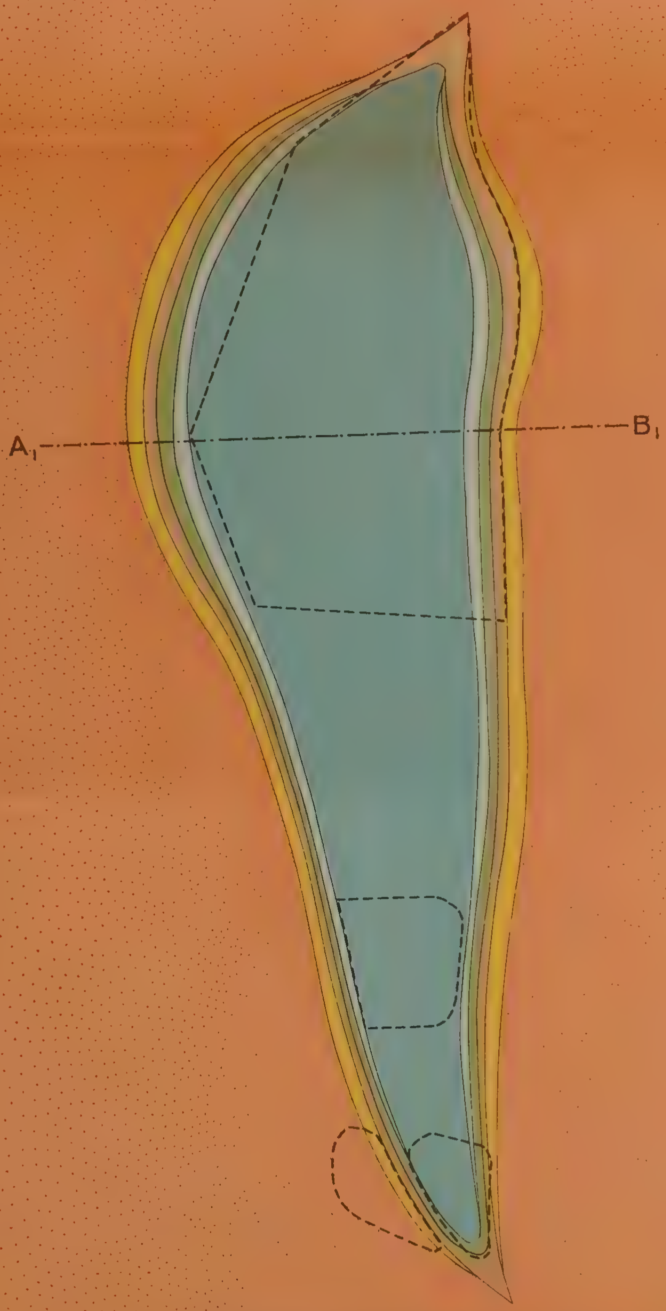
▨	BIOTITE-GRANITE	▨	DIOPSIDE-WOLLASTONITE-ROCK
▨	HORNBLENDE-GRANITE	▨	LIMESTONE
▨	PLAGIOCLASE-QUARTZ-ROCK	I ⊕	OBSERVATION-POINT CORRESPONDING TO ANALYSIS NUMBER I
▨	GARNET-VESUVIANITE-ROCK	○	LEVEL IN METERS BELOW 0,00

SCALE 1 : 800

A.-B KARTOGRAFISKA INSTITUTET
CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM 1923



Vertical Section through A – B



Horizontal Section through A₁ – B₁

SECTIONS ACROSS THE TENNBERG LIMESTONE BODY

BY HARRY von ECKERMANN

▨ HORNBLENDE-GRANITE

▨ PLAGIOCLASE-QUARTZ-ROCK

▨ GARNET-ROCK

▨ VESUVIANITE-ROCK

▨ DIOPSIDE-WOLLASTONITE-ROCK

▨ LIMESTONE

SCALE 1:400

0 10 20 30 M

A.-B. KARTOGRAFISKA IN[illegible]
[illegible]
1923

List of New Analyses.

executed for this paper.

	Anal.	Page
Diopsidic augite from the contact-zone of the granite	H. v. Eckermann	476
Diopside from the limestone-granite contact	K. G. Almström	506
Diopside, dark green, from the limestone	K. G. Almström	510
Grossularite, from the limestone-granite contact	K. G. Almström	487
Granite, from Tennberg, 250 meters distance from the limestone	N. Sahlbom	470
Granite, from Tennberg, 75 meters distance from the limestone	H. v. Eckermann	470
Granite, from Tennberg, 5 meters from the limestone contact	N. Sahlbom	471
Granite, from Tennberget, close to the utmost western point of the limestone	N. Sahlbom	471
Granite, from Tennberg, 1 meter from the limestone (quartz-plagioclase-type)	N. Sahlbom	471
Vesuvianite, from the outer contact at Tennberg	N. Sahlbom	491
Vesuvianite, from middle of the vesuvianite-rock	H. v. Eckermann	491
Vesuvianite, from the inner contact at Tennberg	K. G. Almström	491
Wollastonite, from the limestone contact	K. G. Almström	503

Iakttagelser från en mikropaleontologisk undersökning av nordskotska, hebridiska, orkadiska och shetländska torvmarker.

Av

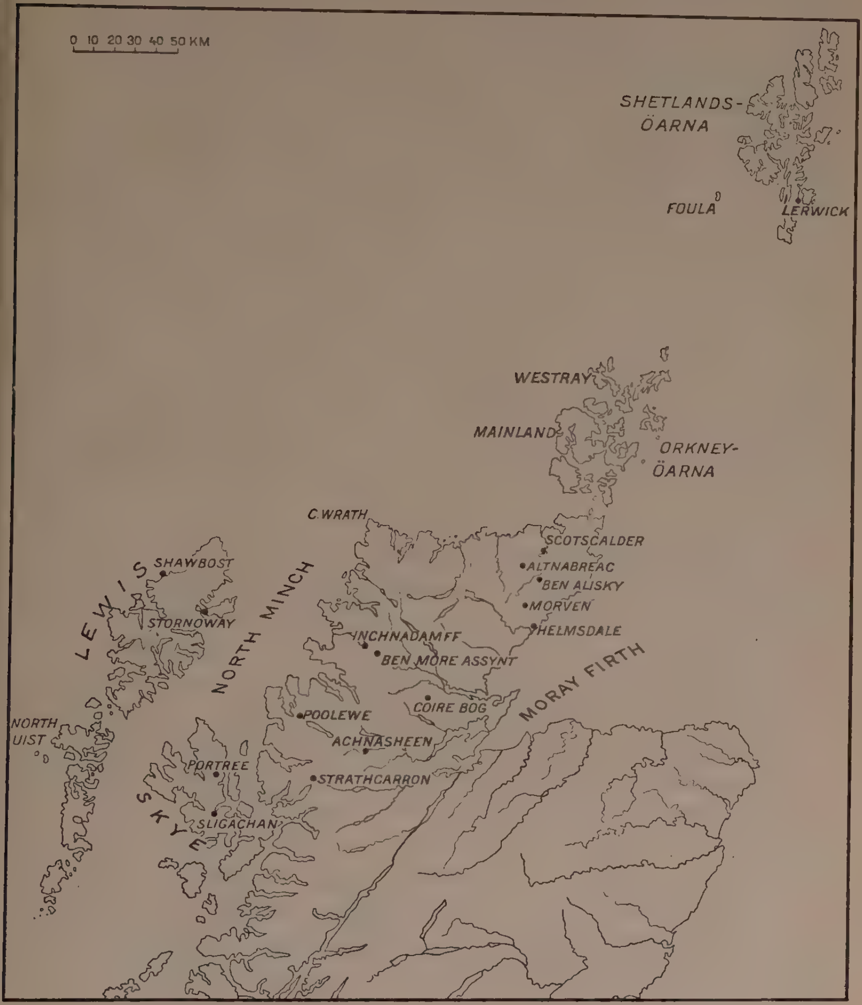
G. Erdtman.

Juli 1922 undersöktes 60 torvmarker i nordligaste Skottland (vid Achnasheen och Strathcarron i Ross-shire, Helmsdale i Sutherlandshire), på Hebriderna (Skye, Lewis), Orkneyöarna (Mainland, Westray) samt Shetlandsöarna (Mainland), varvid insamlades omkring 800 prov för mikroskopisk undersökning. Avsikten var förnämligast att genom en pollenstatistisk bearbetning av materialet söka spåra de väsentligaste linjerna i de nordskotska skogarnas och skogsträdens invandrings- och utvecklingshistoria samt att anskaffa bidrag till lösningen av frågan om pollenfjärrflyktens betydelse för en fossil pollenfloras sammansättning.

Vad angår de c:a 420 *km* från Skottland belägna Färöarna har Knud Jessen supponerat att samtliga pollen (3 al-, 4 björk-, 2 hassel-, 1 lind- och 6 tallpollen) iakttagna vid analyser av torvprov från Thorshavn äro »fjærntransporteret» (d. v. s. bortförda minst 150 à 200 *km* från de pollenalstrande träden). Färöarna äro helt och hållet trädlösa, och man saknar makropaleontologiska belägg för en tidigare förhandenvaro under kvartär tid av skogar eller skogsträd. *Salix*-släktet, vars pollen stundom medräknas vid pollenanalyserna, är representerat av tre arter (*S. glauca*, *herbacea* och *phylicifolia*).

F. J. Lewis har i fyra avhandlingar (I 1905, II 1906, III 1907, IV 1911) skildrat torvmarker i de av förf. beresta trakterna (dock ej Orkneyöarna) och funnit att lagerföljderna, åtminstone i de äldsta torvmarkerna, uppvisa 7 av olika makrofossil karakteriserade strata: recent peat, upper forestian, upper peat bog, second arctic bed, lower peat bog, lower forestian och first arctic bed. Här skall ej ingås på diskussion av Lewis' indelning utan först blott konstateras var och av vilka trädarter Lewis funnit makroskopiska rester.

Om Lower forest på Shetlandsöarna säger L. (IV, sid. 808): »Large trees of *Betula verrucosa*, *Alnus glutinosa*, *Pyrus aucuparia* are found even in the most exposed situations, where it is impossible to grow trees at the present day even with careful artificial shelter». I samma skikt förekomma även *Corylus* (III, sid. 52) och *Myrica* (IV, sid. 801). Rester av Upper forest äro ej funna.



Dock hänför L. med viss reservation till detta stratum ett lager (från den isolerade ön Foula) med en markerad, *Juniperus* förande horisont, skild genom ett stråk vaginatumtorv från ett skikt med rester av buskformig björk. Angående ett fynd av tallpollen från botten av en torvmark mellan Stourborough Hill och Sandness Hill anmärker L. (IV, sid. 800): »It is not suggested here that the pollen grains show that pine was ever native of Shetland, — — —; but its presence shows the great distances over which these bodies can be carried by wind, as the material must at least have come many hundred miles».

I Lower forest bed på Hebriderna ingå al, björk och hassel (Skye och Lewis; från North Uist nämnes endast björk, och vid Ben Aricaiter på samma ö ha inga som helst trädrester iakttagits). U. F. (= Upper forest bed) saknas; dock beskrives från Loch Stephain, North Uist, ett *Betula*-lager, som möjligen hör hit. Angående saknaden av U. F. heter det (II, sid. 340): »The absence of the upper forest bed that has been observed by the author in several districts in the extreme north and west is interesting, as it may mean that the conditions suitable for the growth of forest on deep peat did not obtain over the areas of greater precipitation in the west».

Skotska fastlandet norr om kaledoniska kanalen. Vid en preliminär undersökning av torvmarker kring Cape Wrath, Sutherland, anträffades på ett par ställen obetydliga tallrester, som hänföras till U. F. Bottenskiktet utgöres av 2nd arctic bed. De fragment som anträffats av småvuxen björk, ligga oregelbundet kringströdda i lagerföljderna och kunna varken hänföras till U. F. eller L. F. (Lower forest; se III, sid. 38). Längre österut, i grevskapet Caithness, uppträder en U. F. med björk och al i trakten av Altnabreac och Scotscalder; SE därom, vid Morven och Ben Alisky närmare nordsjökusten, förekommer *Pinus* i motsvarande lager (II, sid. 342). S om C. Wrath (vid Ben More Assynt i Sutherland) ingår tall jämte något björk i övre delen av U. F., i undre delen endast björk. Obetydligt väster härom (vid Loch Urigill) saknas tall i många skärningar, under det att björklagret vanligtvis är väl markerat (III, sid. 40). Vid Coire Bog i Ross SE om Ben More Assynt består U. F. av en pregnant tallhorisont, kluven av ett 1—3 fot mäktigt sphagnumtorvstråk (II, sid. 345); vid Poolewe vid Ross-shires västkust träffas i U. F. stora stammar och stubbar av tall jämte rester av björk (IV, sid. 810).

Före omnämnandet av i vad mån pollenanalyserna kvalitativt och kvantitativt sett bekräfta eller fullständiga, eventuellt motsäga de resultat Lewis vunnit, anföras här några sifferuppgifter angående ytvidd m. m. hos de undersökta områdena. Shetlandsöarnas areal är 1425 *km*², deras avstånd från Orkneyöarna 75 *km*. Orkneyöarna (975 *km*²) skiljas genom den 10—13 *km* breda Pentland Firth från Sutherland och Caithness. Hebriderna omfatta 7 300 *km*², varav på Lewis med Harris falla ungefär 2 000 *km*² och på Skye 1 665 *km*². Lewis skiljes från Sutherland och Ross and Cromarty genom North Minch (38—72 *km*); Skye är endast genom ett ytterst smalt sund skild från det skotska huvudlandet.

En jämförelse mellan pollenfrekvensen per volymsenhet av torven inom de undersökta områdena skulle vara av betydande intresse. Med den teknik, som f. n. användes (se t. ex. Erdtman 1921, sid. 16), kan man på grund av skilda torvslags olika tillväxthastighet samt svårigheten att framställa preparat av samma tjocklek icke få fullt jämförbara siffror. Då emellertid torvslagen i Skottland äro mera ensartade jämförda med de sydsvenska, bildande en trång, merendels starkt oligotrof serie, vars underavdelningar ofta utan gräns övergå i varandra, och eftersom förf. eftersträvat en möjligast noggrann och enhetlig preparatframställning, kunna siffrorna i nedanstående tabell, resultatet av en statistisk bearbetning av c:a 13 000 protokollförda trädpollen, dock anses vara ganska belysande. Med pollenfrekvens (PF) förstås antalet pollen på 1 *cm*² av preparatet. Enhetlighet borde här eftersträvas liksom ifråga om pollendiagrammen. Några författare ha som enhet för PF tagit storleken av de använda täckglasen eller därpå baserade indelnings-

Tabell 1.

	Antal undersökta prov			Pollenfrekvens		
	S:a	Sedentära	Sedimentära	i genomsnitt	i sedentära bildningar	i sediment
Shetlandsöarna	42	34	8	9,7	8,2	18
Orkneyöarna	32	32	—	12	12	—
Hebriderna	79	57	22	55	33	109
Lewis	54	40	14	32	25	50
Skye	25	17	8	103	51	212
Ross & Sutherland	53	50	3	198	192	299
Helmsdale	5	5	—	51	51	—
Strathcarron	14	14	—	73	73	—
Achnasheen	34	31	3	271	269	299
Hela undersökningsområdet	**206**	**173**	**33**	**77**	**70,4**	**110**

grunder (cfr t. ex. AUER 1923, sid. 218, 347—349 samt JESSEN 1922, där täckglasstorleken 18 *mm*^{2} anförts i st. f. 18 × 18 mm).

I tabellen angives antalet undersökta prov samt PF och i särskilda kolumner antalet prov dels av sedentära, dels av sedimentära bildningar jämte dessas resp. pollenfrekvenser. Ehuru så ej framgår av tabellen, ha jämväl på Orkneyöarna anträffats sediment, huvudsakligen pollenfattiga kalkgyttjor, vilka ej blivit närmare analyserade (cfr ERDTMAN 1924).

Sedimenten inom de olika områdena äro antagligen icke likåldriga, varför siffrorna från dessa bildningar torde vara mindre belysande än de från de sedentära. Beträffande dessa senare ha Shetlandsöarna en ytterligt låg PF: 8,2, således nära 25 gånger mindre än Nordskottlands (192). Orkneyöarna visa siffran 12, Hebriderna siffran 33. Högsta frekvens (269) har Achnasheentrakten i centrum av det nordskotska undersökningsområdet; därnäst kommer Strathcarron vid W-kusten mitt för Isle of Skye (73). Anmärkningsvärt är att torvproven från Helmsdale vid kusten långt uppe i NE ha samma PF som proven från Skye (51). På Lewis, Yttre Hebriderna, är PF dubbelt mindre än den på Skye men dubbelt större än den på Orkneyöarna (25).

Angående PF-s förhållande å olika nivåer av en och samma torvmark kan följande framhållas:

A. Shetlandsöarna. Den »hill-peat», som med en mäktighet av upp till över 350 *cm* täcker högst betydande arealer av landet, är vanligen praktiskt taget utan pollen i de övre delarna (ned till omkr. 150 à 200 *cm* under ytan). I en del preparat har intet frömjöl anträffats, i andra enstaka pollen av björk eller al; i undantagsfall ha enstaka *Pinus*-pollen annoterats, men i så fall längre ned än de av björk och al. Inga tecken tyda på att pollenet skulle ha destruerats i hithörande torvarter (statistik har t. ex. i en del fall förts över förekomsten av ericacétetrader), varför det torde kunna slås fast, att i nutiden fjärrtransport av pollen, såsom denna definierats av förf. (1921, sid. 47), blott äger rum i en i torvmarkernas lagerföljder med nu begagnade metoder knappast påvisbar utsträckning. Härför talar även att *Picea*-pollen icke påvisats i ett enda fall på 13 000. Bland de belägg, som finnas för en verklig fjärrtransport av pollen, vore det intressant, om man kunde tidsbestämma de av JESSEN beskrivna tallpollenförande torvlagren från Färöarna för att sedan söka utröna, om förekomsten event. stod i orsakssammanhang med Skottlands tallförande U. F. eller de skandinaviska torvmarkernas boreala, resp. subboreala pinuspollenmaximum.

Längre ned i lagerföljderna blir PF något större, och i den mån som diagramfragment kunnat uppgöras med ledning av det knappa pollenmaterialet har framgått att *Pinus*-pollenet stundom uppnår frekvenser av 10 à 20 % (*Salix* ibland 200—300 %). Som emellertid bevisande mikrofossil (bark- eller barr-rester) ej anträffats, kunna dessa tal naturligtvis ej anses bevisa tallens förekomst på Shetlandsöarna. *Betula*-pollenet utgör oftast 75—90 %, *Alnus*-pollenet 10 à 20 %; för *Corylus* kan frekvensen stiga till 25, för *Ulmus* till 7. Pollen av *Acer*, *Ilex*, *Quercus* och *Tilia* förekomma endast sporadiskt.

B. Vad som sagts om övre delen av lagerföljderna på Shetlandsöarna gäller även Orkneyöarna. I en torvmark har antecknats ett halvt, *Rhizophidium*-angripet *Pinus*-pollen 10 *cm* under ytan samt ett pollen 75 *cm* u. y. I lagerföljdernas äldre delar uppträder *Quercus*-pollen något rikligare än på Shetlandsöarna; i övrigt tyckas förhållandena vara mycket likartade dem på dessa öar. Pollen av *Acer*, *Carpinus*, *Fagus* och *Ilex* uppträda sporadiskt.

C. Lewis. PF avtager i de översta skikten fastän knappt lika påtagligt som på Orkney- och Shetlandsöarna. Längre ned uppnår tallpollenet endast i sällsynta undantagsfall 50 %. På västkusten nära South Shawbost har prov tagits från en ungefär 2 *m* mäktig gyttja, troligen synkron med First Arctic bed (och en del av L. F.?), ytterst rikt *Myriophyllum alterniflorum*-pollenförande men saknande trädpollen i den undre hälften; från 2 prov i den övre hälften ha blott antecknats 1 tall- och 12 björkpollen (diagram, se Erdtman 1924). I ett smalt gyttjestråk i botten av en torvmark S om Loch Garbhaig, en knapp mil W om Stornoway, har endast ett björkpollen anträffats.

D. Skye. Inga regelbundna växlingar i PF; möjligen ett svagt avtagande i yt- och bottenskikten. *Pinus*-pollenfrekvensen oftast ej överskridande 10 %. Ett prov (synkront med L. F.?) höll 58 % hasselpollen.

E. Helmsdale. I en 125 *cm* mäktig lagerföljd minskades PF rätt påtagligt i de översta skikten. *Pinus*-pollenkurvan når sitt maximum med 27 % 60 *cm* u. y.

F. Strathcarron. En lagerföljd om 180 *cm* visade en hög, alltigenom tämligen likartad PF. Tallpollenet når maximum vid 23 %; i de 3 understa proven, där bestämbara barr-rester förelågo, var frekvensen resp. 10, 11 och 22 %. Kringliggande trakter äro delvis skogbärande. Ett prov, taget 5 *cm* under ytan, har följande pollenspektrum: *Alnus* 24 %, *Betula* 65 %, *Pinus* 8,5 %, *Quercus* 2,5 %; PF = 150.

G. Achnasheen. PF företer inga anmärkningsvärda variationer. 3 prov ur basalsubstansen av tunna, kraftigt eroderade hillpeatlager på en lågfjällsluttning resp. 450, 650 och 700 *m* ö. h. visade mycket likartade pollenspektra, där *Betula* dominerade med c:a 60 %, följd av *Pinus* med 25 och *Alnus* med 11 %. I de större torvmarkerna har tallpollenet sitt maximum (40 à 50 %) vid en nivå i nedre delen av lagerföljderna, karakteriserad jämväl av *Alnus*-pollenets begynnelseuppträdande (frekvens 5 à 10 %), höjning av *Corylus*-pollenkurvan och sänkning av *Ulmus*-pollenkurvan, som längre ned når högre tal. Denna nivå är tillsvidare den enda, som kunnat användas vid konnektionsförsök, enär en subboreal-subatlantisk kontakt ej spårats och förekomsten av stubblager eller speciella torvslag ej varit av den art att därigenom stöd kunnat vinnas för inrangering på rätt ort i Lewis' schema.

Stockholm 8. 11. 1923.

Résumé.

Quelques observations micropaléontologiques d'une analyse des tourbières de l'Ecosse septentrionale, des Iles Hébrides, Orcades et Shetlande.

Dans l'Ecosse septentrionale et dans les îles environnantes l'auteur a collectionné environ 800 échantillons de tourbe, qui ont été analysés d'après la méthode moderne pollenstatistico micropaléontologique selon von Post, décrite par l'auteur en 1921 (p. 15—26). 13 000 pollen (p. d'arbres) ont été comptés, et après un traitement statistique de ces materiaux le tableau p. 541 est rédigé. [Antal undersökta prov = nombre d'échantillons examinés; pollenfrekvens per cm^2 = frequence du pollen (PF) par 1 cm^2 de chaque préparation; sedentära bildningar = materiaux sédéntaires (tourbe)]. Les environs d'Achnasheen (la carte p. 539) montrent la plus grande PF (271), l'îles de Shetlande la plus faible (9,7). Les sédiments sont ordinairement plus riches en pollen que la tourbe même; pourtant un limon à Shawbost, Lewis, manquait de pollen. Selon toute probabilité ce limon, dans lequel un volant (*Myriophyllum alterniflorum*) abondait, est du même âge que la première couche arctique, décrite par le D:r Lewis. Dans les parties superieures de la tourbe shetlandaise il ne se trouve ordinairement pas de pollen; donc: en vertu de cette circonstance et du fait que parmi 13 000 grains de pollen pas un seul pollen de sapin n'ait été signalé, on

pourrait constater, que pollen, transporté au moins 150—200 *km* de l'endroit, où il est produit, se trouve, dans les couches tourbeuses, seulement dans une étendue à peine possible à établir moyennant les méthodes dont on s'est servi jusqu'ici. Cependant, l'existence de macrofossiles n'ayant pas été établie, l'indigénat du pin n'est pas sûrement prouvé. Dans les couches correspondantes près de Strathcarron, le pollen de pin a une frequence de 10 à 20 %; une trouvaille de restes d'aiguilles démontre que jadis le pin avait poussé à cet endroit. Dans les tourbières bruyeuses du voisinage d'Achnasheen il se trouve un niveau parfaitement distinct, caractérisé d'une grande fréquence du pollen de pin et de coudrier et de la première apparition du pollen de l'aune. C'est le seul niveau dont l'auteur a pu se servir pour connecter les couches d'une tourbière avec les couches d'une autre.

Litteratur.

AUER, V., Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven Vaara-Alueilta (Torvmarksundersökningar i Kuusamo och Kuolajärvi Vaaraområden). — Commun. ex. inst. quæst. forest. finlandiæ editæ, 6., Helsinki 1923.

ERDTMAN, G., Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. — Ark. f. Bot., Bd. 17, N:o 10, 1921.

—, Die pollenstatistische, mikropaläontologische Arbeitsmethode und ihre Beziehungen zur Limnologie. —Verh. d. int. Ver. für theor. u. angew. Limnologie, Bd. II, 1924 (under tryckning).

JESSEN, K. og R. RASMUSSEN, Et Profil gennem en Tørvemose paa Færøerne. — Danm. Geol. Unders., IV. Række, Bd 1, n:r 13, 1922.

LEWIS, F. J. The plant remains in the scottish peat mosses. Part I. The scottish southern uplands. — Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XLI, Part III, N:o 28, 1905.

—, d:o, Part II. The scottish highlands. Ibid., Vol. XLV, Part II, N:o 13, 1906.

—, d:o, Part III. The scottish highlands and the Shetland islands. — Ibid., Vol. XLVI, Part I, N:o 2, 1907.

—, d:o, Part IV. The scottish highlands and Shetland, with an appendix on the icelandic peat deposits. — Ibid., Vol. XLVII, Part. IV, N:o 26, 1911.

Om krokodilfynden i Skånes yngsta krita.

Av

Gustaf T. Troedsson.

I Lunds universitets geologiska samlingar har sedan mer än 30 år tillbaka förvarats tvenne större stycken av bryozokalk från Limhamn, i vilka kraniet och andra delar av en långnosig krokodil funnos inbäddade. Fyndet, som tillvaratagits tack vare kamrer A. F. Carlsons ingripande, omtalades på sin tid i Neues Jahrbuch i en notis av Bernhard Lundgren.[1] Omkring år 1908 gjordes å samma ställe ett nytt fynd, nospartiet av ett ännu större exemplar. Båda, som numera blivit fullständigt utpreparerade, tillhöra samma art, *Thoracosaurus scanicus* n. sp. Släktet *Thoracosaurus*, som först beskrevs från N. Amerika, omfattar ännu en europeisk art, *T. macrorhynchus* från tuffkritan vid Maastricht och Calçaire pisolitique i N. Frankrike,[2] d. v. s. samma horisont som danien, samt 7 amerikanska, alla från återigen motsvarande nivå i New Jersey.[3] I släktet *Thoracosaurus* medräknas då också sex arter, som Cope sammanfört utan bärande skäl i ett eget släkte, *Holops*, ett namn som alltså saknar berättigande.

Släktet *Thoracosaurus* erinrar i sin allmänna habitus nära om det nu levande släktet *Gavialis*, men strukturella detaljer i skelettet visa, att de verkliga anförvanterna äro att söka bland de kortnosiga, framför allt Alligatoridae. Ur allmän utvecklingssynpunkt sett står släktet ungefär i nivå med andra nykretacéiska eller snarare tertiära krokodiler. Dess karakteristiska egenskaper torde framgå av det följande. Här må endast framhållas:

---

[1] Ein Gavial aus dem Senon von Annetorp bei Malmö. N. Jahrb. f. Min. etc. 1890.

[2] Blainville, Ostéographie etc. 25. fasc. Crocodilus (Publ. posthume). Paris 1855.

Gervais, Zoologie et paléontologie françaises. Paris 1859.

Koken, Z. d. d. Geol. Ges. Bd 40. 1888. S. 754.

[3] Cope, Synopsis of the Extinct Batrachia and Reptilia of North America. Trans. Amer. Phil. Soc. Vol. XIV. N. S. Philadelphia 1870.

Cope, The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West. Rep. U. S. Geol. Surv. of the Terr. Vol. II. Washington 1875.

Hjässtaket kort och brett med stora supratemporalöppningar. Nosen lång och smal, obetydligt utvidgad i främre ändan och utan skarp gräns avsatt från kranialdelen. Nasalia äro antingen helt skilda från premaxillaria eller ock komma de nätt och jämnt i kontakt med dessa. Underkäken har lång symfys, vari även spleniale ingår. Kotorna äro procöla. Hypapofyserna svaga på halskotorna, uppträda först fr. o. m. 4. à 5. halskotan och nå t. o. m. 6. à 7. (?) bröstkotan; på halskotorna äro de tudelade genom en median intryckning. Benplåtarna äga ledfasett på främre och bakre kanterna.

Vid fossilifieringen ha naturligtvis åtskilliga krossningar, särskilt på grund av hoppressning av håligheter i skallen, ägt rum, varav en del framträda å fig. 1. I övrigt kan det tidigare av de båda fynden — vilket är det som huvudsakligen är föremål för denna beskrivning, enär båda tillhöra samma art — anses som det bäst bevarade bland hittills kända exemplar av detta släkte och, vad speciellt kraniet angår, som ett av de fullständigaste bland fossila krokodiler. Utom kraniet föreligga underkäk, några lösa tänder, epistropheus och 2 andra halskotor, 2 bröstkotor, flera hals- och bröstrevben, båda överarmsbenen, 6 benplåtar, någorlunda hela; slutligen ett större antal fragment, särskilt av revben, kotor och benplåtar.

Storleksförhållanden.

A. Det tidigare fyndet.

Skallen.		Längd från nackkondylen till nosspetsen	545	*mm*
		Största bredd	185	»
Underkäken.		Längd	620	»
		Symfysens längd	310	»
Tänder.	a) En av normal typ:	Längd	13,5	»
		Diameter vid basen	5	»
	b) En innerst i munnen:	Längd	11	»
		Diameter vid basen	5,5	»
Epistropheus.		Längd	57	»
Övriga halskotor.		Kotkroppens längd	35 à 35,5	»

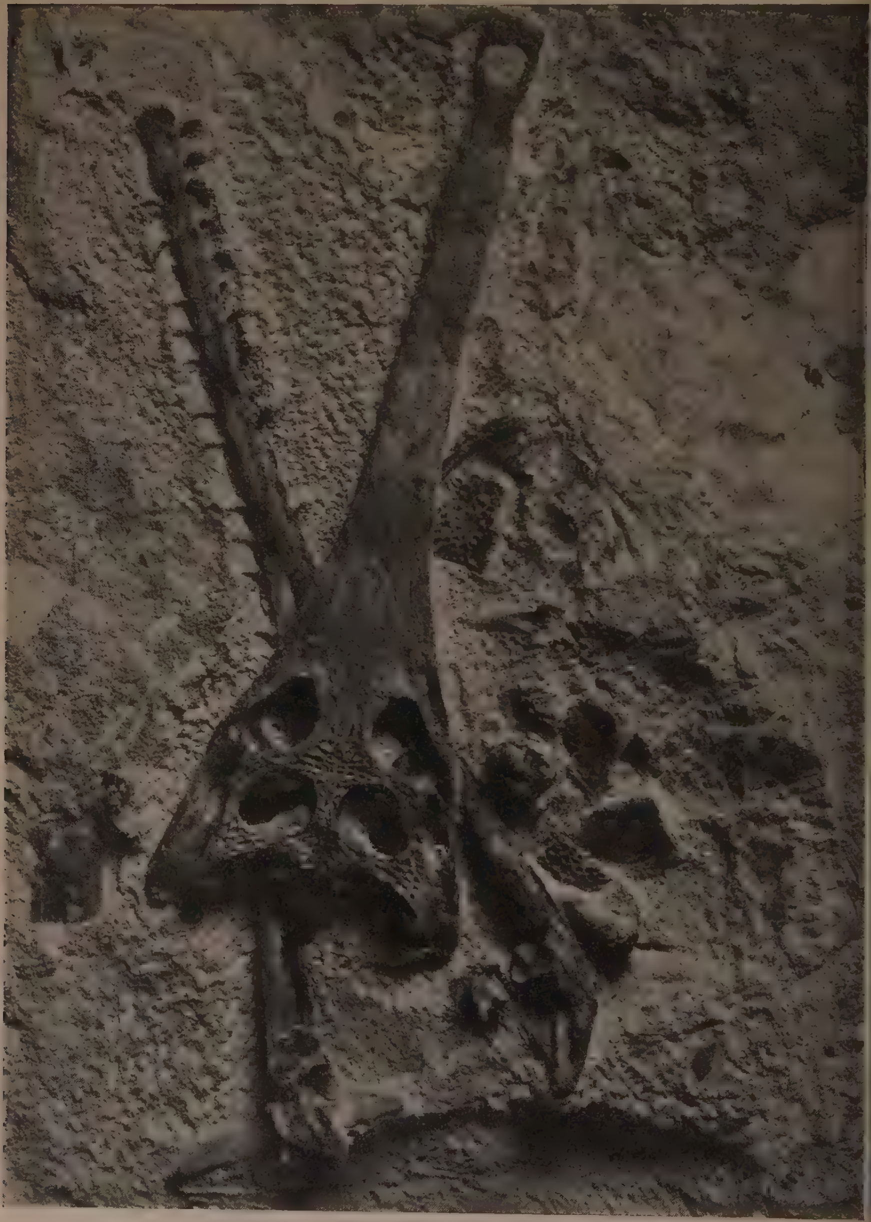


Fig. 1. *Thoracosaurus scanicus.* Delvis preparerad. Kranium och underkäk in situ. Vid insidan av högra underkäksskänkeln synes en av gastroliterna. Storlek $^2/_9$.

Ena bröstkotan.	Kotkroppens längd		44	*mm*
	Vidd mellan diapofysernas yttre ändar		138	»
Humerus.	Längd		140	»
Benplåtar (a och b)	Längd vid inre randen	a) 32,	b) 47	»
	Längd vid yttre randen	» 29,	» 37	»
	Bredd	» 51,	» 55	»

Exemplarets hela längd uppskattad till 3,4 meter.

B. Det senare fyndet (överkäksdel), längd 490 *mm*.

Tänder a) En av normal typ:	Längd	26	*mm*
	Diameter vid basen	9,5	»
b) En av de innersta:	Längd	18,5	»
	Diameter vid basen	9	»

Exemplarets hela längd uppskattad till 4,6 meter.

Beskrivning.

Thoracosaurus scanicus n. sp.

Syn. »Gavial». LUNDGREN, l. c. 1890.

Följande beskrivning utgör en resumé av en mera utförlig undersökning, »On the Crocodilian Remains of the Danian of Sweden», som under den närmaste tiden kommer att tryckas i Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar.

Kraniet.

Basioccipitales (*B.o.*) hypapofys, som, delvis på grund av den dorsoventrala sammanpressningen, är undersidans mest nedskjutande parti, är till omkretsen närmast 5-kantig med undre, horisontella kanten inbuktad i mitten samt har på bakre ytan en kraftig, median kam. Häri överensstämmer fossilet med recenta, särskilt amerikanska krokodiler, såsom *Caiman* och *Alligator;* hos *Gavialis gangeticus* har samma benparti nedåt divergerande sidokanter, så att största bredden kommer vid undre randen, som därtill är tydligt tudelad av en medianfåra, varjämte kammen på bakre ytan saknas, förhållanden som mera överensstämma med dem hos de långnosiga jurakrokodilerna.

Exoccipitalia (*E.o.*) likna närmast dem hos nu levande kortnosiga krokodiler, under det *Gavialis* utmärkes genom sin kraftiga kam ovanför canalis ossis quadrati. Vid basen av exoccipitales nedåt-

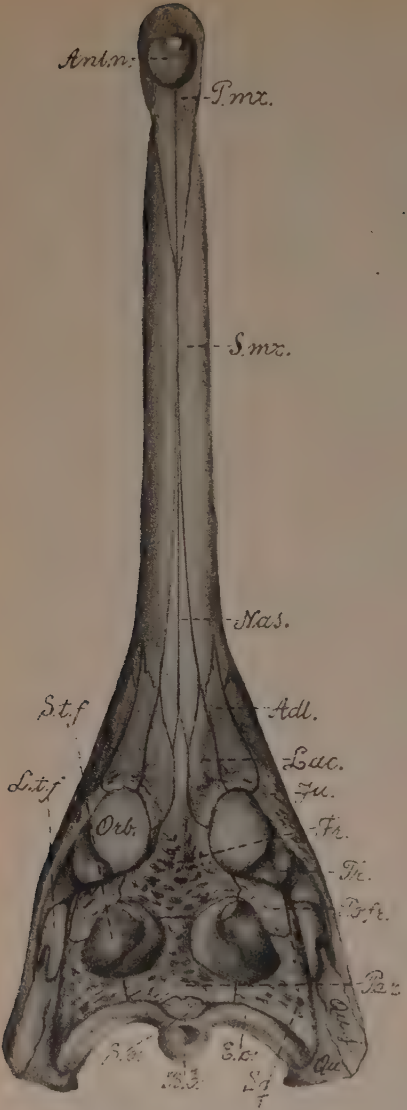


Fig. 2. *Thoracosaurus scanicus.* Obetydligt restaurerad bild av kraniets översida. Storlek c:a $^1/_4$.

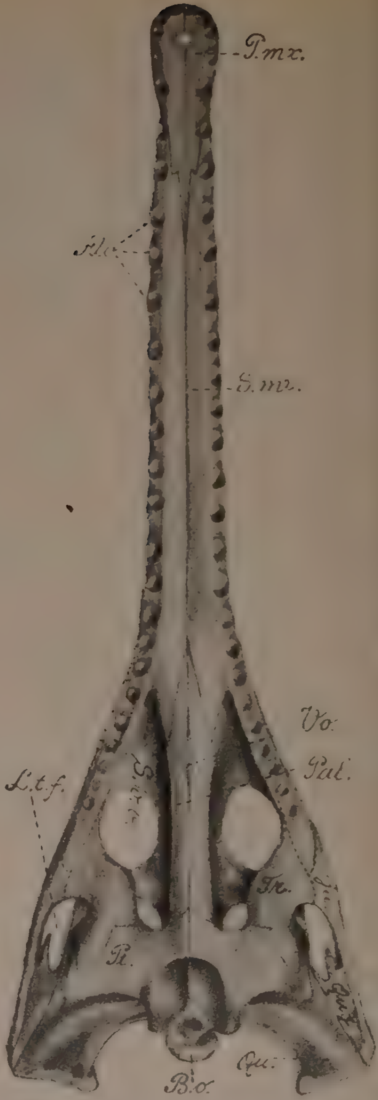


Fig. 3. *Thoracosaurus scanicus.* Kraniets undersida. Storlek c:a $^1/_4$.

Ant.n., yttre näsöppningen; *B.o.*, basioccipitale; *E.o.*, exoccipitale; *Fr.*, frontale; *Ju.*, jugale; *Lac.*, lacrymale; *L.t.f.*, undre temporalhåligheten; *Nas.*, nasale; *Orb.*, ögonöppningen; *Par.*, parietale; *P.mx.*, premaxillare; *Po.fr.*, postfrontale; *Qu.*, quadratum; *Qu.j.*, quadrato-jugale; *S.mx.*, supramaxillare; *S.o.*, supraoccipitale; *Sq.*, squamosum; *S.t.f.*, supratemporalhåligheten; *Tr.*, transversum; *Alv.*, tandhålor; *Pal.*, palatinum; *Pt.*, pterygoideum; *S.o.v.*, foramen palatinum; *Vo.*, vomer.

riktade, kilformiga utskott ligger foramen carotides internae, som fortsätter i form av en öppen ränna till benets nedre ända och tangeras på sin framsida av suturen mot quadratum, medan suturen mot basioccipitale löper 1 à 2 *mm* ifrån rännans bakre rand. Recenta kortnosiga, särskilt *Caiman*, visa någon likhet; påfallande är däremot den stora olikheten mot *Gavialis*, där nämnda utskott har rektangulär utsida och öppningen för canalis carotides internae är belägen vid utskottets bas i omedelbar närhet av de ovannämnda nervöppningarna och, hos fullväxta, 4 *cm* ifrån utskottets fria ända.

Supraoccipitale (*S.o.*) deltager i bildandet av hjässtakets bakre mediana del med en bredd av 30 *mm* och en längd av 10 *mm.*, häri i viss mån liknande *Caiman sclerops* och *Tomistoma*, medan hos *Crocodilus* och *Gavialis* den i översidan ingående delen av supraoccipitale är helt obetydlig, triangulär, med spetsen riktad framåt, och hos *Alligator mississippiensis* samma ben är nästan helt undanträngt från huvudets övre yta. Denna utveckling av supraoccipitale hos *Thoracosaurus* torde sammanhänga med behovet av kraftigt fäste för de nackmuskler, som åstadkomma huvudets rörlighet och som i regel måste vara starkare hos lång- än hos kortnosiga former. *Gavialis*, som haft en annan utvecklingshistoria, har nått samma effekt genom förstärkning av den del av supraoccipitale, som ligger nedanför hjässtaket,

Petrosum och *alisphenoideum* äro endast obetydligt synliga.

Parietales (*Par.*) övre yta är närmast T-formig samt saknar liksom hos *Caiman* och *Alligator* den markerade mediankam, som i regel förefinnes hos *Gavialis* och *Crocodilus.*

Frontale (*Fr.*) når liksom hos andra thoracosaurusarter till supratemporalhåligheterna, vilkas främre rand det bildar. Detta förhållande tillhör hos de moderna krokodilerna ett redan lämnat fylogenetiskt stadium, medan det återfinnes hos jura- och krit- ävensom hos vissa tertiärtidens (*Diplocynodon*) representanter för ordningen. Framåt inkilar samma ben mellan nasalia; häri råder överensstämmelse med andra långnosiga (*Thoracosaurus* och *Gavialis*); hos somliga kortnosiga som *Caiman sclerops* nå nämnda ben icke i beröring med varandra, medan de hos andra sammanstöta under oregelbunden suturlinje.

Postfrontalia (*Po.fr.*) äro på grund av övre temporalhåligheternas starka utveckling till formen betydligt avvikande från dem hos levande kortnosiga arter med små temporalöppningar. Dock är benets yttre, böjda rand tämligen lik den hos *Tomistoma*, *Caiman sclerops* och *Crocodilus*-arter, medan *Gavialis* har rätvinklig ytterkontur på detta ben.

Squamosum (*Sq.*) är djupt skulpterad på samma sätt som parietale och frontale. Lateralt når det utanpå postfrontale fram till kärlöppningen vid övre ändan av postfrontales jugalutskott på samma sätt som hos *Alligator* och *Caiman*, medan det hos *Crocodilus*-arter och *Gavialis* slutar ett gott stycke bakom nämnda foramen.

Quadratum (*Qu.*) visar endast mindre avvikelser från moderna krokodiler.

Quadrato-jugale (*Qu.j.*) sänder liksom hos *Gavialis*, *Tomistomà* och *Crocodilus* ett utskott framåt i undre temporalhåligheten; denna bentapp saknas både hos *Caiman* och *Alligator* (jfr nedan s. 558).

Jugale (*Ju.*) bildar undre temporalbågen, som i tvärsnitt är oval, ej olik den hos *Caiman* och *Alligator*, medan *Crocodilus* och ännu mer *Gavialis* avvika i hög grad. Anmärkningsvärd är benets långa fortsättning bakåt utmed quadrato-jugale, vars fria yttre kant därigenom blir helt kort som hos *Crocodilus* och *Caiman*.

Lacrymale (*Lac.*) bildar främre hälften av inre orbitaranden, är däremot hos *Gavialis* inskränkt till främre randen av orbitan.

Adlacrymale (*Adl.*) bildar främre orbitaranden och skjuter icke så långt bakåt på yttersidan, som i regel är fallet hos levande, kortnosiga former.

Nasalia (*Nas.*) äro bevarade endast proximalt, varjämte en median benlamell emellan supramaxillaria möjligen är deras distaländа. Mellanpartiet är på preparatet ersatt med gips. Nasalia nå icke fram till premaxillaria.

Supramaxillaria (*S.mx.*) sammanträffa i medianlinjen på översidan under minst 40 *mm* samt äro liksom hos *Gavialis* ganska jämnbreda. Bakåt divergera de mindre abrupt än hos *Gavialis*, ehuru summan av divergensen blir större, emedan nosen är relativt smalare än hos detta släkte. Tandalveolerna äro på vänstra sidan 22, på den högra 20. Jämförda med *Gavialis* förete alveolarränderna flera avvikelser, ehuru olikheterna med de kortnosiga äro ännu mera påfallande. På undersidan inskjuta palatina med ett långt och smalt parti i medianlinjen på samma sätt som hos *T. macrorhynchus* (KOKEN, l. c.). Lateralt om detta nå supramaxillaria ett stycke på insidan om foramina palatina med en suturlinje av samma förlopp som hos recenta former.

Premaxillarias (*P.mx.*) översida utmärker sig genom regelbundet från yttre ändan avsmalnande form; den skedformiga utbredningen av nosändan, karakteristisk för *Gavialis*, saknas här. Incisura dentalis är bredare än hos recenta former. Alveolerna ligga något tätare än på supramaxillaria. Det främsta bevarade paret — d. v. s. i verkligheten det näst främsta — är som hos gavialen dubbelt med en bakre alveol av normal storlek och en liten omedelbart framför. Tänderna ha varit 5 på varje sida.

Palatina (*Pal.*) äro i bakre hälften jämnbreda samt tilltaga i bredd till främre ändan av foramen palatinum.

Vomera (*Vo.*) framträda som tvenne jämnsmala ben i främre delen av medianlinjen mellan palatina.

Pterygoidea (*Pt.*) ha genom sammanpressningen fått horisontell ställning; mediant, där de ligga ungefär i nivå med basioccipitales nedra ända liksom hos *Gavialis*, torde dock ställningen vara primär. Hos samtliga kortnosiga ligger däremot hela bakre delen av pterygoidea ett betydligt stycke nedanför basioccipitale. Transversum täcker med sitt pterygoidutskott yttre delen av pterygoideums undersida men når endast något förbi mitten liksom hos flertalet recenta med undantag av *Gavialis*, där det når till bakre ytterhörnet av pterygoideum.

Transversums (*Tr.*) främre kant är i mitten starkt konvex, något som även är antytt hos *Mecistops* samt några kortnosiga — arter av *Caiman* och *Crocodilus*, mest amerikanska — medan hos yngre Crocodilia i övrigt främre kanten är tydligt konkav.

Huvudets håligheter.

Supratemporalhåligheterna (*S.t.f.*) äro som hos alla långnosiga krokodiler väl utvecklade samt omgivna av smala benkammar eller -bågar.

Undre temporalhåligheternas (*L.t.f.*) långsmala form är en följd av sammanpressningen.

Orbitae (*Orb.*) äro obetydligt mindre än supratemporalhåligheterna.

Nares externae (*Ant.n.*) bilda en enkel stor öppning, som till sin form erinrar om den hos *Gavialis.*

Foramina palatina (*S.o.v.*) avvika från dem hos alla nu levande Crocodilia: De äro bredast något bakom mitten, avsmalna spetsigt framåt och sluta mera trubbigt bakåt vid pterygoidea. Detta sammanhänger med den nämnda konvexiteten på transversum. På samma ställe har den engelska wealdenkrokodilen *Hylaeochampsa* ett utskott, som delar foramen palatinum i en yttre och en inre öppning. Den sistnämnda skulle enligt ANDREWS[1] motsvaras av ett rudimentärt foramen hos recenta Crocodilia, närmast erinrande om ett foramen nutritium. Intet sådant kan upptäckas hos *Thoracosaurus*, något som naturligtvis kan bero på ett mindre tillfredsställande bevaringsskick. I varje fall är det dock föga troligt, att en homologisering mellan sådana foramina är riktig.

---

[1] Ann. Mag. Nat. Hist. 8. Ser. II. 1913, S 493.

Snarare har då den laterala öppningen sammansmält med den inre till ett stort foramen palatinum hos recenta Crocodilia, därigenom att det nämnda utskottet hos *Hylaeochampsa* tillbakabildats. I så fall är den mellersta, konvexa delen av transversums främre rand hos *Thoracosaurus* ett rudiment av utskottet på samma ställe hos *Hylaeochampsa.* Detta rudiment har sedan i regel spårlöst försvunnit hos recenta arter.

Choanae (fig. 3) omslutas helt och hållet av pterygoidea liksom hos recenta Crocodilia. Men under det choanae hos de senare ligga så långt bakåt som i linje med pterygoideas bakre rand, är hos fossilet avståndet från bakre randen av foramina palatina till choanae endast tredjedelen av avståndet till pterygoideas bakre rand. Taket i näskanalen är bakom choanae försett med en median skiljevägg samt obetäckt på fossilet och fortsätter ända till basioccipitale, en längd av nära 30 *mm* som hos recenta krokodiler döljes av den lika långt utväxta hårda gommen. Denna primitiva byggnad hos bakre näsöppningarna är densamma som KOKEN observerat å det exemplar från Maastricht han identifierat som *T. macrorhynchus,* medan choanae ligga något längre bakåt å det något större exemplar BLAINVILLE och GERVAIS avbildat. Det förtjänar anmärkas, att unga exemplar av recenta släkten äga en mera primitiv choanaeställning än fullväxta.

Foramen magnum är fullkomligt sammanpressat. Bottnen bildas av en bred fåra i basioccipitale, sidorna och taket av exoccipitale.

Underkäken.

	Fossilet.	*Gavialis gangeticus.*	
Underkäkens längd	620 *mm*	219 *mm*	825 *mm*
Symfysens andel i underkäken	50 %	63 %	60 %
Spleniales andel i symfysen på översidan	32 %	29 %	39 %

Hos *Gavialis* sitta på käkarna bakom symfysen 3 tänder på vänstra sidan, 2 på den högra på båda i ovanstående tabell anförda exemplaren, medan hos fossilet vardera käkhalvan har 6 tänder bakom symfysen. Härav liksom av sifferuppgifterna framgår, att gavialen i fråga om noslängden nått längre i specialisering än *Thoracosaurus.* — Undersidan är liksom hos *Gavialis* platt på den sträcka, som intages av spleniale och dentale. Foramen maxillaris externum, vars ursprungliga längd ej torde ha överskridit 50 *mm* har fullständigt pressats ihop. Samtidigt har complementare förstörts. Dentalia äro långa (500 *mm.*), smala och bära underkäkens samtliga tänder. Nosändan avtager långsamt i bredd, men spetsen med de båda främsta tandparen är utbredd, dock betydligt mindre än hos *Gavialis*. Alveolerna sitta på tvenne utåt lutande kanter, alveolarränderna, och äro till antalet 23 på varje sida med utåtriktade tänder. I inre delen av käken bakom symfysen finnas mellan tänderna djupa hålor för överkäkständerna. Tänderna äro svaga och böjda samt avsmalna regelbundet mot spetsen. De ha tvenne tydliga men låga sidokanter och cirkelrunt tvärsnitt samt svag längsstriering, som å begagnade tänder är avnött i spetsen. Någon olikhet finnes mellan de främre och bakre tänderna. De förra äro långa, svaga, starkt böjda samt sitta glest och sträcka sig långt ut; de senare korta med kraftig bas och svagt böjda samt lämna emellan sig föga mer än plats för en överkäkstand. Dessa tänder likna nära dem som förekomma hos Teleosauridae, men förekomma även hos amerikanska thoracosaurusarter. Tänderna hos *T. macrorhynchus* sakna enligt Koken sidokanterna. Hos *Gavialis* är tvärsnittet mera ovalt på grund av skarpare sidokanter, varjämte emaljens striering är mera framträdande. De kortnosiga krokodilerna ha i allmänhet en mera specialiserad tanduppsättning. Tänderna å det stora överkäksstycket äro fullkomligt lika dem i underkäken av det mindre exemplaret såväl i fråga om utseende som proportioner (jfr tabellen s. 547—9). Å brottställen i underkäken ha ersättningständer anträffats. Dessa äga emaljbeklädnad av samma struktur som den yttre tanden. På grund av det trånga utrymmet i den platta underkäken ligga dessa tänder horisontellt, innan de växa ut, då de skjuta in i pulpahåligheten till den fungerande tanden.

Övriga skelettdelar.

Halskotorna. Trenne föreligga, nämligen epistropheus och tvenne tillhörande den närmast bakom varande halsregionen. Samtliga överensstämma, vad form, storlek och skulptur beträffar, mycket nära med dem Cope beskrivit under namn av *Holops obscurus*. De båda skarpa längskanterna på undersidan av *epistropheus*, vilka äro parallella hos *T. obscurus* samt enligt Cope motsvara parapophyserna, äro här tydligt skilda från de fasettbärande verkliga (?) parapophyserna och konvergera framåt samt innesluta mellan sig en djup konkavitet, tudelad av en kraftig mediankam. Diapophyserna ligga liksom hos t. ex. *Caiman* längre fram än hos *Gavialis*, som i detta hänseende står närmare jurakrokodilerna.

Den bäst bevarade halskotan är troligen nr 4. Parapofyserna konvergera med sina basaldelar under spetsig vinkel framåt och förbindas av en hög kant nedanför ledskålen. Från denna förbindelseled, vilken anses motsvara hypapofysen, utgår en låg men skarp median kam, som når lika långt bakåt som parapofyserna.

Följande halskota, av allt att döma den femte, har svagt utbildad hypapofys på undersidans främsta del, något som återfinnes på motsvarande och bakomvarande halskotor hos andra thoracosaurusarter.

Bröstkotorna. Endast 2 äro i behåll, tillhörande främre bröstregionen. Båda ha enkla, långa diapofyser, den ena, nr 3 (eller 4?), därjämte en kraftig, bred, den återstående, nr 4 (eller 5?), rudimentär hypapofys.

Revbenen överensstämma ganska väl med dem hos recenta former. Av halsrevbenen tillhöra 4 de på epistropheus närmast följande kotorna; 3 äro vänster-, 1 högerrevben. De övriga två äro det sista paret, som tillhör 9. kotan, de s. k. »falska bröstrevbenen». Av bröstrevbenen tillhöra 3 vänstra sidans främre region samt de båda återstående bakre delen av högra sidan.

Humeri äro de enda extremitetdelar, som finnas i behåll. Det högra, som är bäst bevarat, har en längd av 140 *mm.* Tvärsnittet över mitten är cirkelrunt, ändarna tillplattade och breda. Sett ovanifrån, tänkt in situ på det levande djuret, är det S-formigt böjt. Avvikelserna från samma ben hos andra arter av släktet äro obetydliga. Att döma av formen på detta ben torde djurets förmåga att röra sig på land ha varit ungefär densamma som hos nu levande krokodiler.

Benplåtar. Endast ryggplåtar föreligga, nämligen dels ett stort antal fragmentariska stycken, dels 6 någorlunda hela. Samtliga äro på undersidan släta och på översidan försedda med djupa, rundade insänkningar, frånsett främre randen, som är slät och som ledat mot underkanten på närmast framför varande plåt. Plåtarna ha större bredd än längd och avsmalna i regel något mot ena sidan. Den längsta sidokanten är bevarad på några benplåtar och är en tydlig suturlinje, medan den korta sidokanten varit jämn och rundad.

Postembryonala förändringar.

Genom jämförande mätningar av ett antal recenta krokodilskelett av olika åldersstadier har det visat sig, att proportioner som ofta nog använts för systematiskt ändamål, förändras under tillväxten. Sådana äro t. ex. avståndet mellan ögonen, avståndet mellan supratemporalhåligheterna, storleksförhållandet mellan ögonöppningar å ena sidan och supratemporalhåligheter å andra etc. Av släktet *Thoracosaurus* känner man nu 4 arter med bevarat kranium, men av var och en endast ett exemplar av skallens översida. Som dessa därtill äro olika stora — vårt exemplar det näst minsta — visa de, betraktade som en tillväxtserie, fullständig parallellitet med en serie gavialskallar. Därigenom nedreduceras visserligen åtskilliga systematiska karaktärer och t. o. m. några av de mest markanta till åldersolikheter, men enär alldeles samma förhållande kunnat konstateras vid jämförelse mellen olika storlekar av skilda, recenta crocodilusarter, har man icke härav anledning att sammanslå samtliga till en art, så mycket mer som åtskilliga andra olikheter kvarstå, som icke kunna bortförklaras på detta sätt. Sålunda avviker den andra europeiska arten, *T. macrorhynchus*, från vår art bl. a. däri, att främre nosändan är mera utbredd och nasalia nå fram till beröring med premaxillaria på huvudets översida, varjämte tydliga olikheter observerats beträffande tänder, benplåtar, basioccipitales hypapofys etc. Liknande olikheter förete de amerikanska arterna. Några av dessa äro dock mycket ofullständigt kända, t. ex. somliga endast beträffande tänderna.

Förhållandet mellan Thoracosaurus och andra krokodilsläkten.

Som här beskrivna art är den hittills fullständigast bevarade, har det blivit möjligt att bättre än förr utreda släktets systematiska ställning. Vid denna utredning har det varit nödvändigt att analysera karaktärerna, vilket, enklast uttryckt, betyder att skilja typens anpassningsegenskaper från konservativa för större eller mindre grupper av ordningen gemensamma egenskaper. Medan de sistnämnda ha ett betydande genetiskt värde, kunna de förra återfinnas mer eller mindre identiska hos skilda former av samma anpassningstyp, d. v. s. sådana med parallell eller konvergent utveckling. Långt rostrum t. ex. förekommer hos skilda reptilordningar och alltid i samband med vissa andra påfallande egenskaper, som förvärvats oberoende av varandra. Ju avlägsnare dessa ordningar äro inbördes, ju större äro de strukturella olikheterna i analogt utvecklade organ. Den långa nosen hos Parasuchia uppbygges sålunda till väsentlig del av premaxillaria, medan det hos Crocodilia är supramaxillaria som dominera. Inom en sådan jämförelsevis sluten ordning som Crocodilia blir naturligt konvergensen svårare att påvisa, men en minutiös undersökning gör det likväl möjligt.

Släktet *Thoracosaurus* är starkt specialiserat i samma riktning som det nu levande *Gavialis*-släktet och ett flertal utdöda bl. a. de långnosiga jurakrokodilerna. I allmänhet är denna typ marin, men inom ordningen Crocodilia har den aldrig nått tillnärmelsevis en sådan rik utveckling som t. ex hos *Ichthyosaurus*, troligen emedan den förra aldrig nått förmåga av vivipar fortplantning och därför för äggläggningens skull varit bunden vid kusterna. Likväl tycks typen ha framkommit upprepade gånger och är i sin yttre habitus tämligen enformig: I steg med överkäkens förlängning ökas underkäkssymfysen. Den stora noslängden har framkallat en kraftig utveckling av muskler, som inserera i huvudets bakre del, samtidigt som benmassorna för jämviktens skull i stor utsträckning reducerats till benkammar. Hos de långnosiga äro de kraftiga temporalmusklerna fästa i supratemporalhåligheterna, hos de kortnosiga äro de mer eller mindre förträngda nedåt, vilket förorsakat en motsvarande nedpressning av pterygoidea, som sålunda hos de senare ligga mera ventralt än nedre ändan av occipitales hypapofys. Det lilla utskottet i bakre ändan av undre temporalhåligheterna är till sin funktion obekant för författaren men förekommer hos alla recenta och flera utdöda krokodiler. Det är alltid synligt uppifrån och får hos former med brett hjässtak, d. v. s. sådana med stora supratemporalhåligheter, alltså långnosiga, ett mera lateralt läge än hos kortnosiga med smalt hjässtak, där det ofta ligger tätt intill innerkanten (*Crocodilus*-arter) eller t. o. m. är helt sammanväxt därmed (*Caiman*, *Alligator*).

Det finnes också en rad egenskaper, som tyckas förändras likformigt inom hela ordningen, oberoende av den specialiserade anpassningen, och skilja alltså de äldre krokodilerna från de yngre (transitoriska egenskaper). Beträffande dessa råder hos Thoracosaurus i stort sett samma grad av likhet eller olikhet med långsom kortnosiga bland de recenta. Sådana egenskaper äro: läget av choanae, de procöla kotorna (amficöla hos äldre krokodiler), läget av suturen mellan frontale och parietale på huvudets översida. I fråga om andra sådana egenskaper råder faktiskt en specialisationskorsning emellan *Gavialis* och *Thoracosaurus*, så att det förra släktet, trots att det är recent, är efterblivet i förhållande till det senare. Detta är fallet med frontales och lachrymales relativa andel i orbitaranden, muskelfästet på basioccipitales hypapofys samt fästet för andra revbensparet på epistropheus. I samtliga dessa fall överensstämmer *Thoracosaurus* nära med de recenta, kortnosiga krokodilerna, under det *Gavialis* intar en primitiv ställning, jämförbar med den hos jurakrokodilerna.

Slutligen stöter man hos *Thoracosaurus* ständigt på detaljer, som återfinnas hos recenta i all synnerhet hos *Caiman*. Det råder nämligen intet tvivel, att *Caiman* är det bland levande krokodilsläkten, som står *Thoracosaurus* genetiskt närmast. Å andra sidan torde icke finnas något bland de recenta som i samma hänseende står det mera fjärran än det i samma riktning anpassade släktet *Gavialis*.

Det är sålunda oriktigt att, som ännu sker, sammanslå *Gavialis* och *Thoracosaurus* jämte andra långnosiga krokodiler till en familj, Gavialidæ. De ha samtliga utvecklats ur kortnosiga och därför vore det riktigare att sammanföra dem med Alligatoridæ och Crocodilidæ s.s. till en familj, Crocodilidæ s. l., men ännu bättre att uppdela de långnosiga i skilda familjer, liksom delvis redan skett med de kortnosiga. Åtminstone 3 sådana familjer kunna särskiljas, nämligen Thoracosauridæ, Tomistomidæ och Gavialidæ.

Att med säkerhet spåra dessa stammar tillbaka torde f. n. icke vara möjligt. De primitiva karaktärer, som här påvisats hos *Gavialis*, tyda emellertid på ett närmare samband med jurakrokodilerna, än vad på sistone antagits. Å andra sidan förekommer redan hos en wealdenkrokodil, *Goniopholis crassidens*, den longitudinella kam på basioccipitales hypapophys, som träffas hos *Thoracosaurus* och samtliga recenta med undantag av *Gavialis*. Även i andra avseenden visa *Alligator* och *Caiman* likhet med Goniopholidæ.[1] Detta kan icke väl förenas med ABELS åsikt, att familjen Pholidosauridæ — en sammanslagning av Macrorhynchidæ och Goniopholidæ — saknar varje samband med de recenta krokodilerna. *Hylæochampsa*, som ABEL[2] avskiljer från Pholidosauridæ och räknar som stamform för Crocodilidæ, är nämligen icke den enda av de hittills kända wealdenkrokodilerna, hos vilken moderna drag för första gången spåras. Troligen rymmas inom Pholidosauridæ rötterna till flera av de stammar, som sammansätta den fylogenetiskt sett ganska heterogena grupp, som i namnet Crocodilidæ, s. l., omfattar flertalet neozoiska krokodiler.

---

[1] HOOLEY, Qu. Journ. 1907. S. 52.

[2] Die Stämme der Wirbeltiere. Berlin u. Leipzig 1919.

Fyndförhållandena.

Det må vara tillåtet att här ge en kort karakteristik av den bergart, bryozokalken, vari *Thoracosaurus scanicus* anträffats. Bryozokalken förekommer ju vid Limhamn i betydligt mindre mängd än saltholmskalken och är bildad genom »agglomeration av större och mindre fragment av bryozokolonier».[1] Dessa fragment kunna »i samma bergartsprov variera från ett par cm. till bråkdelen av en mm.» utan att någon som helst sortering kommer till synes. Hennig antager, att bryozokolonierna varit »afpassade för lugnt och djupt vatten, dit bränningen aldrig eller åtminstone endast undantagsvis nådde», och menar, att »hela sedimentets beskaffenhet, en osorterad massa af fint kalkslam tillsammans med centimeterstora brottstycken, som ej visa sig afnötta, bevisar för öfrigt, att söndermalningen ej orsakats af vattnets rörelser, ty i en sådan bränning skulle ovillkorligen det finaste kalksedimentet slammats bort och det gröfre materialet blifva rulladt och sköljdt». I stället antar han »den på krithafvets botten växande bryozoskogen vara afbetad och nedtrampad af en talrik för handen varande bryozoofil fauna» (l. c., s. 40—41). Som sannolikt havsdjup i SV Skåne vid tiden för danienkalkens bildning anger Hennig 250—300 *m*. Det är huvudsakligen faunistiska synpunkter, som därvid varit avgörande. Det torde dock numera vara välbekant, att få ting äro osäkrare än batymetriska beräkningar grundade på jämförelser mellan recenta och fossila, närbesläktade former. Organismerna synas ha alltför stor elasticitet gentemot yttre påverkningar för att kunna tjäna som indikatorer i detta hänseende. Det är med säkerhet också andra faktorer än djupet, som reglerar utbredningsgränserna på havsbottnen, och det är tänkbart, att en ändring av djupet kan för en viss form neutralisera olämpliga följder av t. ex. klimatiska eller hydrografiska förändringar, vilka ju alltid inträffa vid större förskjutningar av strandlinjen.

Å andra sidan tycks Hennig ha fäst mindre vikt vid bryozokalkens rent sedimentpetrografiska egenheter, t. ex. massanhopningen av fragmentariska kalkskelett eller de i denna kalksten inlagrade lerskikten. De senare äro än finskiktade, än tydligt konglomeratiska med rullstenar av skrivkrita. En sådan lös bergart som skrivkrita kan ju icke tänkas ha transporterats någon betydande sträcka i vatten, innan den inbäddats, utan att ha blivit söndersmulad. Enligt HENNIG skulle dessa konglomerat visa, att danienhavets stränder utgjorts av skrivkrita, men man skulle också kunna tillägga, att sådana stränder måste ha funnits på mycket nära håll, åtminstone vid tiden för konglomeratens uppkomst.[1] Som bekant är kalkstenen, där ej klumparna av korallkalk verka störande, horisontellt bankad. Det är tydligt, att, om en strand funnits på stället eller i närheten, den måste ha varit ytterst långgrund med följaktligen svaga bränningar. Slam, som bildats vid pulverisering av zoarierna har därför kunnat inkomma och stanna i den porösa massan av sönderslagna, större bryozogrenar; en sortering av materialet i den mening HENNIG talar om kan under sådana förhållanden icke väntas. De petrografiska förhållandena kunna alltså icke åberopas som stöd för det stora djup HENNIG räknar med; snarare ger de anledning till en alldeles motsatt åsikt.

---

[1] Hennig, G. F. F. Bd 21. 1899. S. 23.

Antagandet av ett ringa djup vinner ytterligare stöd av de omständigheter, under vilka krokodilresterna blivit inbäddade. Som synes å det delvis färdigpreparerade stycket (fig. 1), ligga över- och underkäk något rubbade i förhållande till varandra. Vid prepareringen visade det sig också, att samtliga tänder fallit ur överkäken, medan underkäken hade flertalet av sina i behåll. Likväl funnos endast enstaka tänder lösa i stenen. Tillsammans med skelettdelarna, som lågo i fullständig oordning i övrigt, påträffades fyra stycken nötta flintstycken (fig. 4), av vilka en är synlig in situ å fig. 1. På grund av fyndomständigheterna kunna vi utan betänkande räkna med att dessa flintor äro gastroliter. Den största är 75 . 45 . 28 *mm.* och väger 85 gr., de övriga mindre med en vikt av resp. 11, 10 och 4 gr. Tre av gastroliterna bestå av mörk eller svart, den fjärde av vit flinta. På de tre förstnämnda äro utstående, mindre partier starkare avnötta och svartglänsande, medan stenarna i övrigt ha ett tunt, yttre hölje av vit flinta. De båda mindre av dessa äro skrivkritflinta, den ena (större) dock ej alldeles lik den vanliga typen på grund av synnerligen rikligt inblandade, ogenomskinliga korn. Den största gastroliten torde däremot härstamma från danien. Av danienålder är utan gensägelse den minsta, som är vit alltigenom och alltså tyder på att flintbildningen i danienkalken börjat redan i danientid. Som synes av figuren äro de båda skrivkritflintorna betydligt starkare rundnötta än de övriga. Vid gastroliterna häfta naturligtvis bryozorester från bergarten, vari de inbäddats; detta material förekommer särskilt i fördjupningar på ytan, men icke alla urholkningar i flintan ha utfyllts på detta sätt; smala cylindriska hål, karakteristiska för vittrad flinta, ha befunnits tillstoppade med små runda korn av flinta eller kvarts, från 0,5 till 4 *mm* i gonomskärning, ofta

---

[1] Märkligt nog omtalas icke flintrullstenar från dessa konglomerat, och främmande block synas vara ytterst sällsynta; endast tvenne omtalas, nämligen ett från Faxe och ett från Annetorp, båda av skiffer, vilka enligt HENNIG transporterats med hjälp av flytande växter. I Lunds geologiska institutions samlingar finnas därjämte ett par rullstenar från Annetorp, den ena ligger i bryozokalk och är en kvartsit, den andra i saltholmskalk är en finkornig, basisk eruptiv. Båda äro av samma storlek som de tvenne mindre gastroliterna (fig. 4), den senare därtill glättad. Dessa ha naturligtvis av någon tillfällighet inkommit i kalken, vare sig som gastroliter eller transporterade på annat sätt.

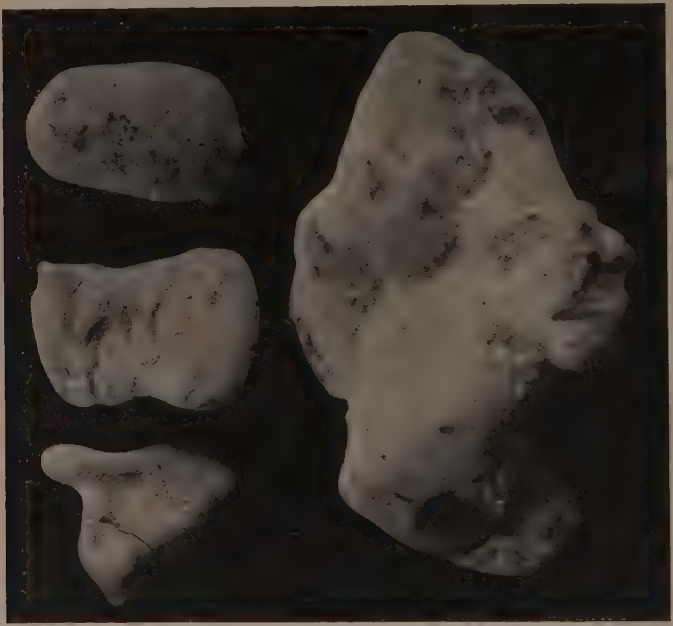


Fig. 4. Gastroliter av flinta, anträffade tillsammans med skelettdelarna av *Thoracosaurus scanicus.*

döljande luftrum i flintan. I det mindre skrivkritstycket ha sålunda träffats tvenne fastkilade kvartskorn om resp. 3,5 och 2 *mm*, i den största gastroliten två flintkulor, resp. 2,75 och 4 *mm*, samt 7 smärre kvartskorn. Därjämte förekomma kvartskorn talrikt i en tillvaratagen kalkstensbit, vari finnes avtrycket till en av gastroliterna.

Det är sannolikt, att senon- och danienflintan hämtats av krokodilen från olika strandplatser. De nämnda hålrummen med kornfyllnader tyda på att en stor del av rundnötningen försiggått på en strand, innan de svalts av krokodilen. Där eller i krokodilens matsmältningsapparat ha även hålrummen i flintorna tillstoppats; de talrika åtföljande små kvartskornen i kalkstenen ha med säkerhet även utgjort tarminnehåll.

Apriori kan man ju tänka sig olika möjligheter vid djurets inbäddning; blott det är uteslutet, att djuret har sjunkit och inbäddats på stort djup. På grund av det skick, vari skelettdelarna träffats är det nämligen klart, att dessa på något sätt rubbats, sedan djuret dött och före inbäddningen. En dylik rubbning är utesluten på ett sådant djup som 250 à 300 *m*. Den kan icke ha förorsakats av kringdrivande på öppna havet, ty det faktum, att gastroliter inbäddats tillsammans med skelettdelarna, tyder på att djuret hamnat på sin fossila viloplats i ett jämförelsevis tidigt förruttnelsestadium. Däremot är den högst sannolik på mindre djup, d. v. s. på eller invid en strand. Till en viss grad förefaller det sannolikast, att djuret dött eller uppkastats på stranden, ty tändernas frånvaro i överkäken måste bero på att skallen rubbats, medan underkäken varit fixerad i slammet. En sådan förankring av underkäken i kalkslam under vatten, utan att samtidigt överkäken drabbats därav, förefaller icke riktigt rimlig, när man vet, hur löst sådant slam är in statu nascenti, under det den är högst antaglig i det intorkande och mera sega slammet ovanför den normala vattenspegeln. I vilket fall som helst kan det knappast råda något tvivel om att i Malmötrakten funnits mycket grunt vatten och t. o. m. land vid tiden för krokodilernas inbäddning eller m. a. o. under danientid.

Ett försök att rekonstruera detta landområde kan måhända synas djärvt, men om anspråken på gränsernas tillförlitlighet icke ställas alltför höga, finnas dock vissa möjligheter. Redan år 1899 visade HENNIG med hjälp av dittills utförda brunnsborrningar, att kritområdet i SV Skåne utgör en fortsättning av det skånska horstlandet, i det en antiklinal löper från Malmö till Ö. Torp, parallell med horstarna och på båda sidor omgiven av synklinaler. I bladbeskrivningen år 1904[1] återkom han till samma tema, nu påvisande ännu mer detaljerat, hur denna struktur behärskar berggrunden. Den nordöstra synklinalen har sedan ytterligare undersökts av HOLST (»Alnarpsfloden»)[2] som dock anser den som en erosionsdal. Dess tektoniska natur har bl. a. framhållits av HOLMSTRÖM[3] och numera verkligen bevisats av danska geologer[4] beträffande dess fortsättning på Själland. Enär nämnda synklinal, »*Alnarpssynklinalen*», hyser paleocena sediment i Danmark, är det sannolikt, att den såväl som antiklinalen, här kallad *Grevieåsen*, funnits till även i danientid och att den senare utgjort kärnan i eller hyst det här förmodade landområdet.

---

[1] S. G. U. Ser. A 1 a. N:o 1 & 2. Sthlm. S. 180.
[2] S. G. U. Ser. C. N:o 237. Sthlm 1911.
[3] G. F. F. Bd 34. Sthlm 1912. S. 411.
[4] D. G. U. V. Række. Nr. 3. Köbenhavn 1922. S. 34.

Den sydskandinaviska delen av danienhavet torde ha haft en ganska liten utbredning att döma av den nuvarande förekomsten av danien. Troligen har den utgjort en bukt mot SO, som å ena sidan begränsats av Romeleåsen och Ystadsområdets senon, å den andra av de sydliga danska småöarna men varken nått fram till Rügen eller Bornholm. I denna bukt har antagligen Grevieåsen utgjort en ö. En stor del av stränderna ha följaktligen utgjorts av skrivkrita, vadan alltså förekomsten av dennas flinta ibland gastroliterna är lätt förklarlig. Anmärkningsvärt är måhända, att urbergsblock saknas: gastroliterna visa dock endast, att djuret haft sin uppehållsort vid en kritkust.

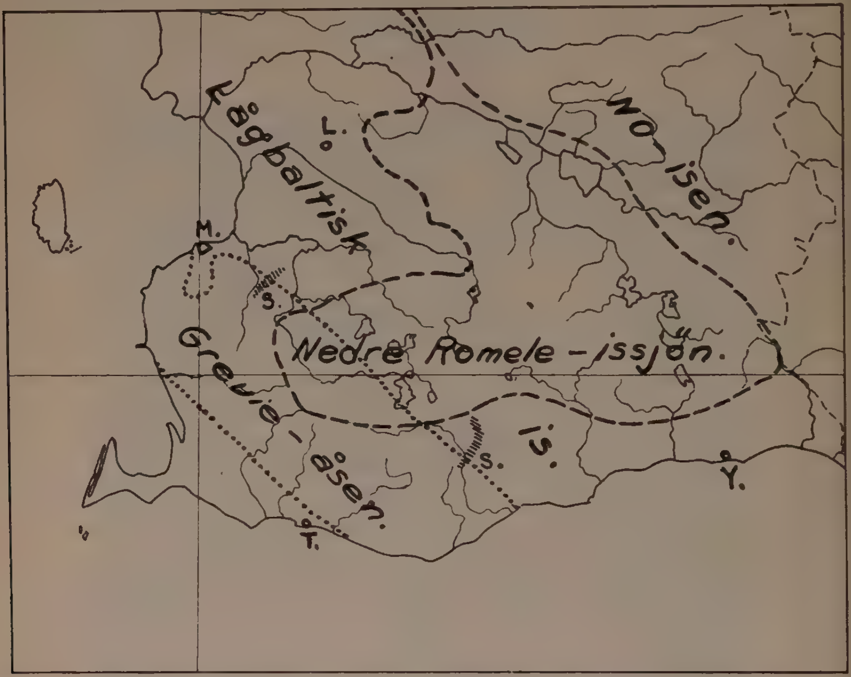


Fig. 5. Skiss över SV Skåne i skalan 1 : 750 000 med städerna Malmö (M), Lund (L), Trälleborg (T) och Ystad (Y). Isströmmarna enl. MUNTHE (Bl. »Sövdeborg»); Romeleåsen (i Nedre Romeleissjön) har icke inritats. s, områden med de stora skrivkritblocken i moränen. De båda prickade linjerna avgränsa sådan kritberggrund, som ligger över havsytans nuvarande nivå (enl. HENNIG).

Om Grevieåsen existerat som ö redan i danientid och kanske lämnat material till bryozokalkens lerskikt eller åtminstone dess konglomeratblock av skrivkrita, kan man ju vänta, att inom denna antiklinal finnas områden, som aldrig täckts av danienhavet och där alltså skrivkrita utgör yngsta berggrund. Detta skulle ju ge en enkel förklaring på ursprunget för de kolossala skrivkritblocken i moränen vid Jordberga—Ulricelund samt i kvarnbytrakten.[1] Man kan i varje fall tryggt säga, att berggrunden inom hela det område, som antiklinalen omfattar, tillhör den minst kända i hela Skåne. Bland brunnsborrare är det en känd erfarenhet, att kalken S om Malmö och Limhamn är betydligt lösare och mjukare än på dessa platser, vid Klagshamn och i Alnarpssynklinalen. Denna mjuka karaktär bibehåller kalken ända ned till Trälleborg, där nyligen en borrning till 109 *m* djup, varav 100 *m* i kalk, utförts för Gummifabrikens räkning av brunnsborrare BLOMBERG i Åkarp. Enligt vad hr BLOMBERG meddelat borrades hela tiden i en »mjuk, lös, vit kalk», frånsett ett mycket hårt lager (flinta?) på 19 *m* djup och en hård bank vid 78; i ett annat borrhål i staden träffades ett sådant lager även på 27 *m* djup, men därpå kunde borret neddrivas 20 *m* på en enda dag. Tyvärr har ingenting tillvaratagits av kalken.

Utan att taga ställning till vad denna kalk varit — det kan ju endast röra sig om bryozokalk eller skrivkrita, troligen det förra — vill jag understryka, att problemet om SV Skånes berggrund synes värt att på nytt upptagas till prövning. Det kan icke bestridas, att tidigare författare generaliserat, när de på grund av de påvisade skrivkritblocken slutit sig till att all skrivkrita i Skåne ligger i moränen. Sedan den av HENNIG förmodade tektoniska strukturen befunnits vara riktig, har frågan kommit i ett nytt läge. Det är ju icke märkvärdigare, att en senonisk horst (eller sadel?) omgives av danien och paleocen, än att en urbergshorst omgives av postarkeiska sediment. Den 136 *m* mäktiga saltholmskalken i Malmö[2] vid norra ändan av Grevieåsen har i så fall sin analogi i kambrosiluren på norra ändan av Romeleåsen.

* * *

Som säkert mången redan insett ligger här en annan fråga av rent praktisk betydelse, så nära, att den icke gärna kan förbigås.

---

[1] HENNIG, G. F. F. Bd 20. 1898. S. 79. HOLST, S. G. U. Ser. C. No 194. Stockholm 1903.

[2] LUNDGREN, G. F. F. Bd V. 1880. S. 207.

I ett sedimentgebit med antiklinal- och synklinalstruktur har man som bekant alltid skäl att se upp beträffande förekomsten av bergolja, i detta fall särskilt om kollager kunna anses sträcka sig in under områdets kritberggrund. Förutsatt att tektoniken är sådan, som Hennig tänkt sig, och den allmänt förmodade lagerföljden är riktig synas alla fordringar uppfyllda för att olja skall kunna väntas: 1) bituminösa lager, som kunna alstra oljan (alunskiffer och rhät), 2) porösa lager, som kunna uppsuga den (lias), 3) ogenomträngliga lager (märgel och krita) samt 4) sadelformiga veck, som hålla oljan kvar. I ett oljeproducerande land skulle ett område med en struktur som SV Skåne för länge sedan ha givit anledning till försöksborrningar. Emellertid är det å ena sidan högst ovisst, om lagerserien är så pass fullständig i Malmöområdet, som i regel antages, och å andra sidan finnes stor möjlighet för att de tektoniska gränserna för Grevieantiklinalen icke äro flexurer utan förkastningar, genom vilka följaktligen oljan redan försvunnit; båda invändningarna äro av den art, att de endast kunna prövas genom borrningar.

Weslienit,

ett nytt mineral från Långbans gruvor.

Av

GUST. FLINK.

(Med analys av G. KARL ALMSTRÖM, Göteborg.)

Det nya mineral, som här skall närmare beskrivas, är förut fixerat som n:r 36 i listan på Stockholms Högskolas samling av nya eller ofullständigt beskrivna mineral från Långban.[1] Det betecknas där som monimolitartat, vilket analysen ock visat vara riktigt så tillvida, att det är ett antimonat, men det skiljer sig från monimoliten därigenom, att det är blyfritt. För dess relation till andra närstående mineral skall senare något ingående redogöras. Mineralet är uppkallat efter Disponenten vid Långbansgruvorna, Bergsingenjören J. G. H. WESLIEN, i erkänsla av allt intresse, tillmötesgående och välvilja, varmed han omfattar arbetet med detta gebits mineralogi — och på samma gång även för pekuniärt understöd från det bolag, Disponent WESLIEN företräder.

Weslieniten är funnen endast i arbetsrummet Hindenburg, i nordvästra delen av Långbansfältet på ett djup av 150 meter. Här förekom mineralet rätt rikligt år 1920, men har icke anträffats varken förr eller senare. Det bildar uteslutande kristaller, i regeln väl utbildade, men små, hållande högst 5 mm i tvärmått, dock vanligast blott 2 mm. De förekomma som enstaka individer eller bilda druser på väggar till sprickor i den vanliga blodstenen och åtföljas ofta av manganofylltavlor, richteritstänglar eller ett blekt berzeliit- eller adelitartat mineral, som ännu icke närmare undersökts. Detta synes i regeln vara yngre än weslieniten, varemot de övriga följeslagarna avgjort äro äldre och så är även fallet med i samma spricka förekommande järnglanstavlor. Den yngsta bildningen är dels hedyfan, dels kalkspat, som i täta massor utfyller rummen mellan mineralen och sprickorna i övrigt.

---

[1] Dessa förhandl. 43, sid. 198.

Weslienitens kristaller tillhöra det isometriska systemet och någon antydan att de skulle vara hänförliga till någon lägre symmetriklass av detta har icke kunnat iakttagas. De äro jämförelsevis formrika och i begränsningen ingå nästan regelbundet samtliga iakttagna former, nämligen:

o {111}, a {100}, m {110}, n {331} och e {311} (fig. 1),

Huvudformen är visserligen oktaedern, men den är icke någon gång med säkerhet iakttagen som ensamt begränsningselement.

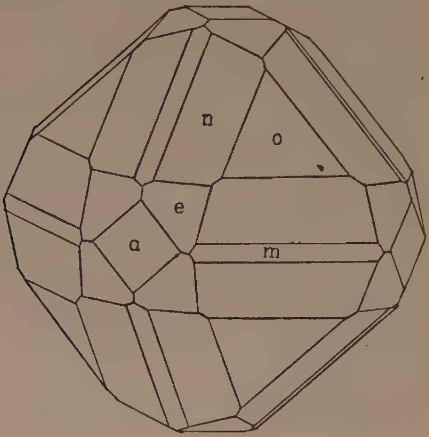


Fig. 1.

Dess ytor äro i regeln jämna och glänsande, vilket är fallet även med de övriga formerna. Den form som i ansenlighet på dessa kristaller tävlar med oktaedern, är triakisoktaedern, n, vars ytor rätt ofta utvecklats så att oktaederytorna mellan dem bilda helt minimala, triangulära fält. Även triakisoktaederytorna äro glänsande, men vanligen streckade längs efter eller ock konkavt rännformiga. Den rombdodekaedriska formen, m, är starkt underordnad med helt smala ytor och oftast saknas denna form fullständigt. Av formerna, som tillhöra de tetragonala hörnen, a och e, är den sistnämnda vanligast och utvecklad med rätt ansenliga, glänsande ytor, oftast dock en eller två starkt förhärskande medan de övriga äro underordnade eller helt försvinnande. Hexaederytorna äro, i jämförelse med de större ikositetraederytorna, små och något matta. Det är karakteristiskt för zonsystemet, att de båda formerna n och e här betinga varandra, varemot t. ex. i granatsystemet, där rombdodekaedern är förhärskande, denna betingar närvaron av ikositetraedern {211}. Sålunda är utom den förnämsta zonen [010, 111], i vilken ytor av alla i begränsningen ingående formerna förekomma, även att märka zonen [010, 311], i vilken ytor av de båda formerna n och e ingå.

Formens bestämning grundar sig på följande vinkelvärden:

	Funnet	Beräknat
o (111) : o $(1\bar{1}1)$ =	70° 28′	70° 31′
m (101) : o (111) =	35° 29′	35° 16′
n (331) : o (111) =	29° 28′	29° 29′
a (100) : o (111) =	54° 41′	54° 48′
e (311) : o (111) =	21° 55′	22°
e (311) : e $(3\bar{1}1)$ =	34° 51′	35° 6′
n (331) : n $(3\bar{3}1)$ =	87° 81′	86° 54′

Till färgen är weslieniten ganska varierande, men i regeln kan den betecknas som honung- eller vaxgul, och är mineralet i så fall halvgenomskinligt. I vissa fall är dock den gula färgtonen så svag, att nästan fullständig färglöshet föreligger, varvid då ock genomskinligheten är blott föga begränsad. Å andra sidan kan färgen bli så intensiv, att mineralet måste betecknas som mörkt hartsbrunt och i det närmaste opakt. Särdeles anmärkningsvärt är att färgen kan vara skarpt varierande inom samma kristall — och då ej så att inre och yttre lager äro olika utan så att gränsen mellan individens olika färgade delar bildar ett plan, som skär tvärt igenom kristallen. Glansen på kristallytorna är glasartad, något närmande sig till diamantglans. På brottytor, som äro småsplittriga, är den mattare glasartad. En eller annan kristall, särdeles sådan av oktaedrisk dräkt, visar på kristallytorna ett avanturinliknande skimmer, som torde härröra från något slags sekundär avsöndring efter oktaederytorna. Detta är dock endast undantagsfall och någon regelmässig klyvbarhet visar mineralet i övrigt icke. De instrumentala optiska bestämningarna äro utförda av Prof. P. QUENSEL. som haft vänligheten ställa följande uppgifter till förfogande:

»I slipprov under mikroskopet visar mineralet något växlande färg från smutsigt gulvitt till vaxgult med antydan till en viss zonar byggnad i färgfördelningen, i det ränderna oftast äro skarpare gulfärgade än kornens inre delar. Dock kan även en mera oregelbunden färgfördelning iakttagas.

Mineralet visar sig under korsade nikoler vara anisotropt med utpräglad undulös utsläckning. I konvergent ljus kan påvisas att det är tvåaxigt, med positiv karaktär och stor axelvinkel. Interferensfärgerna äro låga med antydan till blåviolett anomal interferensfärg.»

Då man här tydligen har att göra med s. k. optiska anomalier i småindivider, vari mineralet av någon anledning blivit uppdelat — och då dessa individer dels själva synas vara oregelmässigt orienterade, dels den optiska orienteringen i dem svårligen låter sig fastställas, så måste man inskränka sig till att här söka bestämma en medelbrytningsexponent. Arbetet härmed är utfört av Kandidat S. Landergren. Försök att framställa prisma för direkt bestämning av brytningsexponenten misslyckades på grund av kristallernas små dimensioner. Icke heller kunde resultat vinnas med de vanliga starkt ljusbrytande vätskorna, då mineralets ljusbrytning befanns starkare än dessas. Först genom inbäddning i selen-svavelsmältor av känd ljusbrytning kunde gränsvärden erhållas.

Mineralets ljusbrytningsindex befanns ligga mellan 2.193 och 2.220.

Bestämningen utfördes i Na-ljus.

$$n_{na} = 2.21$$

Weslienitens hårdhet ligger mellan 6 och 7 på den vanliga skalan, det repar mikroklin, men repas själv av kvarts. Brottet är splittrigt eller småmussligt,

Mineralet är analyserat av Dr. G. Karl Almström, vars utlåtande därom har följande lydelse (mineralet nämnes här »N:r 36»):

»Specifika vikten bestämdes med liten pyknometer å 0.7407 och 0.4776 gr. och erhöllos härvid talen 4.964 och 4.971 — medeltal = 4.967.

Vid kemisk analys utfördes bestämning av glödgningsförlust och alkalier å 0.2043 gr. och de övriga analyserna dels å 0.2169 gr. och dels å 0.2043 gr. Följande värden erhöllos:

Sb_2O_5	67.37	0.210		2
As_2O_5	spår	—		
FeO	6.56	0.091	0.535	5.1
MnO	spår	—		
CaO	17.91	0.319		
MgO	1.24	0.031		
K_2O	0.62	0.007		
Na_2O	5.40	0.087		
Glödgningsförlust	1.03	—		
	100.13			

Mineralets sammansättning motsvarar närmast formeln

$$5RO, 2Sb_2O_5,$$

där R i huvudsak utgöres av Ca, Fe och Na.

Vid upphettning i kolv avger mineralet ej något vatten och förändras icke heller till sin färg. Det löses ofullständigt av syror, men blir efter smältning med soda fullständigt lösligt i klorvätesyra. Efter reduktion med vätgas kan mineralet fullständigt lösas i kungsvatten.

Analyssiffrorna utgöra resultaten av var sin bestämning. Alla de anförda bestämningarna hade kunnat utföras på ett tillfredsställande sätt. Vid en ej anförd bestämning på Sb_2O_5, vilken på grund av att en ringa förlust uppkommit, måste anses vara mindre noggrann, erhölls $Sb_2O_5 = 65.87$ %, och bestyrker detta tal riktigheten av det i analysresultatet angivna. Mineralet liknar såväl atopit som monimolit. Atopiten har blivit analyserad av A. E. Nordenskiöld (Geol. F. F. 3, 376, 1877). Dess specifika vikt avviker icke mera från specifika vikten av N:r 36 än som kan anses bero på de vid ringa mineralmängd rätt stora försöksfelen, men dess analys ledde till formeln $2CaO, Sb_2O_5$. Nordenskiöld fann i atopit 72.61 % Sb_2O_5 och detta utgör 5.24 % mer än det tal, som jag funnit på N:r 36. Enär den av mig funna halten $Sb_2O_5 = 67.37$ bestyrkes såväl av en, låt vara mindre noggann, dubbelbestämning som även av den omständigheten, att min fullständiga analys ger en slutsumma av mycket nära 100 %, så måste jag anse det vara fastställt, att N:r 36 icke kan vara sammansatt enligt den för atopit angivna formeln.

Från *monimolit* skiljer sig N:r 36 huvudsakligen i tvenne avseenden: specifika vikten och frånvaron av bly. Dessa omständigheter äro beroende av varandra, så att en blyfattig eller blyfri monimolit givetvis har lägre specifik vikt än de blyrika varieteterna. Vill man uppfatta N:r 36 som den blyfria ändtermen i monimoliternas isomorfa serie av huvudsakligen kalk- och blyantimonat, så torde det av mig observerade värdet på specifika vikten av N:r 36 ej lägga hinder i vägen. Däremot talar sammansättningen av N:r 36 emot antagandet, att N:r 36 skulle utgöra en blyfri monimolit. Ett mineral av formeln

$$Na_2O, FeO, 4CaO, 2Sb_2O_5$$

har sammansättningen

Na_2O	6.2
FeO	7.1
CaO	22.4
Sb_2O_5	64.3
	100.0

och de bägge av mig utförda bestämningarna av Sb_2O_5 visa väsentligt högre tal än vad denna formel fordrar. Detta synes mig utgöra ett hinder för att räkna N:r 36 till monimolitserien.

Däremot överensstämma de av mig funna värdena rätt väl med formeln

$$Na_2O, FeO, 3CaO, 2Sb_2O_5,$$

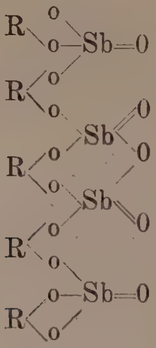
som fordrar

Na_2O	6.6
FeO	7.6
CaO	17.8
Sb_2O_5	68.0
	100.0

Denna formel kan även skrivas:

$$5RO, 2Sb_2O_5$$

eller i strukturbild:



och mineralet bör uppfattas såsom ett anhydrosurt antimonat av kalk, järnoxidul och natron.»

Enligt vad här framhållits utgör weslieniten ett nytt led i den skarpt begränsade och väl karakteriserade gruppen av isometriskt kristalliserade stibiater. De förut kända, till gruppen hörande mineralen: *romeit*, *schneebergit*, *monimolit* och *atopit* äro samtliga rätt oansenliga och bilda helt små kristaller, vanligast enkla oktaedrar. I detta avseende ävensom beträffande rikligare förekomst överträffar det nya ledet inom gruppen avgjort sina äldre gelikar. Av atopit torde icke vara känt mer än en oansenlig stuff jämte några skärvor, vilket material tillhör Riksmuseet. Det stammar, liksom weslieniten, från Långban — och även monomolit skall vara funnen där, men något sådant material torde icke med säkerhet kunna återfinnas. Däremot finnes såsom stor sällsynthet monimolit från Harstigsgruvan både vid Riksmuseet och Stockholms Högskola. Såsom här ovan framhållits av Dr. ALMSTRÖM liknar weslieniten både atopit och monimolit. Av dessa är det sistnämnda väl så till vida känt, att det med säkerhet kan skiljas från weslieniten. Om atopiten vet man däremot knappt något mer än vad analysens nakna siffror förtälja.

Senare fanns och beskrevs, 1905, ett mineral från Minas Geraes i Brasilien, vilket ansågs vara identiskt med atopiten från Långban. Schneebergit från Tyrolen beskrevs, 1880, men av brist på material kunde endast kvalitativa prov därpå anställas, av vilka det dock fastställdes, att mineralet var ett stibiat. Senare anställdes analys på material, som man antog vara av schneebergit, men resultatet visade, att man haft att göra med *granat* i stället för schneebergit. Den som utredde denna trassliga härva var WALDEMAR T. SCHALLER. Han erhöll originalmaterial av R. KOECHLIN i Wien och visade att schneebergit har den empiriska sammansättningen: $CaSbO_3$.

För att jämföra schneebergiten med romeit och atopit gällde nu att skaffa material av dessa båda mineral. Atopit från Langban kunde icke erhållas, men däremot från Brasilien. Detta analyserades och befanns, icke såsom förut angivits vara överensstämmande med NORDENSKIÖLDS atopit, men däremot identiskt med *romeit.* (Se U. S. Geological Surwey, Bulletin 610, p. 81—105).

Summary.

Weslienite, a new mineral from the Långban mines, named after Mr. J. G. H. WESLIEN, the manager of this mine. Crystals isometric, forms: o {111}, a {100}, m {110}, n {331}, e {311}. Honey-yellow-resinousbrown, subtranslucent, anomalous doubly refracting, biaxial, lustre vitreous-adomontine on crystalfaces, on fracture vitreous. Hardnes 6.5, not brittle, fracture splintery. Density = 4.967 according to Dr. G. KARL ALMSTRÖM, who also has analysed the mineral. Composition $5RO, 2Sb_2O_5$ or $Na_2O, FeO, 3CaO, 2Sb_2O_5$.

Hjalmar Sjögren som mineralog.

Av

G. Aminoff.

Helt oväntat avled Hjalmar Sjögren den 23 mars 1922. Med Sjögrens bortgång förlorade vårt land en av sina märkesmän inom mineralogi och därmed förknippade vetenskaper. Sjögrens insats i vårt lands mineralogiska forskning är av bestående värde och den imponerande följden av hans mineralogiska skrifter utgör ett betydelsefullt avsnitt ur svensk mineralogisk historia från slutet av 1800-talet. Förf. har sökt att inom ramen av ett fåtal sidor giva en översikt av denna gren av Sjögrens författarskap. En skildring av Sjögrens liv och mångsidiga verksamhet är tidigare offentliggjord av A. G. Högbom i Bull. Geol. Inst. of Upsala 1922.

Liksom sin företrädare vid Riksmuseet A. E. Nordenskiöld växte Hjalmar Sjögren upp i ett hem, där intresset för mineralogi var starkt och levande. Uppväxtåren i det värmländska bergmästarehemmet, där han hade tillfälle att följa faderns mineralogiska arbeten, hava givetvis varit i hög grad ägnade att väcka den med sinne för naturen utrustade ynglingens håg för mineralen och deras hemligheter. Intrycken från hemmet gjorde säkerligen också sitt till att de värmländska mineralen i första rummet blevo föremål för den unge forskarens intresse. Denna förkärlek för Värmlands mineralogi bibehöll Sjögren genom hela livet, även om tidtals andra uppgifter fängslade hans intresse.

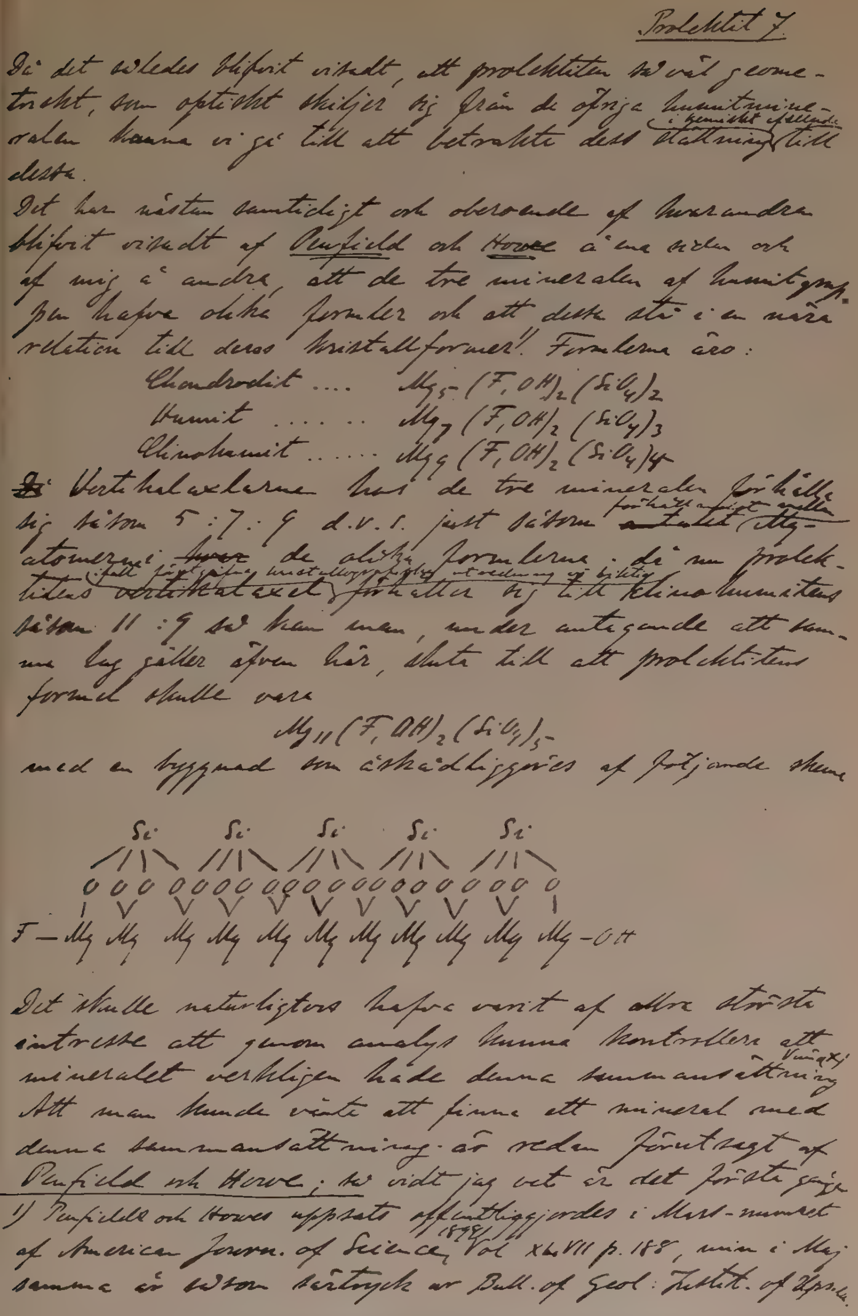
Sjögrens första mineralogiska arbete, som trycktes 1878, utgöres också betecknande nog av notiser rörande värmländska mineral, nämligen dels vismutmineral från Nordmarken, bland vilka han beskrev det nya mineralet galenobismutit, dels en bariumhaltig mangankalk från Långban. Redan året härefter var Sjögren färdig med en mera omfångsrik undersökning av ett värmlandsmineral, nämligen en kristallografisk studie av pyroxen från Nordmarken, vilken studie utgör n:o 1 i en serie med den gemensamma titeln »Kristallografiska studier». Han lämnade däri en detaljerad kristallografisk beskrivning av den mörkgröna, järnrika diopsiden från Nordmarken, varav praktfulla kristaller pryda många samlingar. Även åt mineralets kemiska sammansättning ägnade Sjögren sitt intresse, i det han diskuterade de föreliggande analyserna med utgångspunkt från Tschermaks då helt nya mineralkemiska åskådningssätt. Nu nämnda arbete utförde Sjögren i Lund, där han 1880 avlade bergsexamen. Sistnämnda år utgav han även en ny utökad upplaga av faderns lärobok i mineralogi, vilken utan tvivel väsentligt bidrog till att i vårt land vidmakthålla intresset för den mineralogiska vetenskapen. Det torde vara allmänt bekant, att Sjögren ägnade sina sista år åt ett intensivt och intresserat arbete på en utökad lärobok i ämnet, varav stora delar vid hans död förelågo i renskrivet skick. 1880 offentliggjorde Sjögren vidare ett meddelande om en varietet av arsenikfahlerz från Falu gruva, vilken han benämnde fredricit samt en uppsats om pajsbergitens, d. v. s. den kristalliserade rodonitens, kristallform, varvid han också diskuterade frågan om detta minerals geometriska relation till de monoklina pyroxenerna, en fråga som väl ännu får anses vara öppen.

År 1882 föreligger Sjögrens akademiska avhandling med titeln »Kristallografisk undersökning av chondrodit och humit från svenska fyndorter». Detta arbete, om 121 sidor stor oktav med 5 planscher, torde tillsammans med senare av honom offentliggjorda undersökningar över samma mineralgrupp böra betraktas som Sjögrens mest betydande insats i den mineralogiska vetenskapen. Uppslaget till denna undersökning gavs av A. E. Nordenskiöld, som föreslog Sjögren att bearbeta Riksmuseets förråd av kondrodit från Ladugruvan och Kaveltorp. Nordenskiöld hade redan 1855 beskrivit kondroditkristaller från Pargas och hyste uppenbarligen stort intresse för denna mineralgrupp, vilken tack vare särskilt Scacchis arbeten av 1839 och 1852 visade sig erbjuda högst märkliga mineralogiska problem. Det svenska materialet av detta mineral kunde nu i väsentlig mån bidraga till de invecklade problemens belysning. Sjögren underkastade detsamma en noggrann såväl geometrisk som optisk undersökning samt diskuterade även den icke minst intressanta kemiska sidan av saken, därvid han meddelade tre nya analyser, två å kondrodit från Kaveltorp, en å humit från Ladugruvan. Han hävdade därvid, i motsats till de forskare, som tidigare sysslat med humitgruppens kemi, att de tre mineralen humit, kondrodit och klinohumit eller, som de även uppfattades, tre typerna av humit, äga olika kemisk sammansättning, i det att förhållandet mellan Si och Mg för humit är c:a $2^1/_2$, för kondrodit c:a $2^2/_3$ samt för klinohumit c:a $2^1/_3$. Denna karakteristiska kemiska olikhet satte han vidare i samband med den bekanta, redan tidigt påvisade, egendomliga geometriska relationen mellan de tre mineralen, som visar sig däri, att vid nära nog konstanta a- och b-axlar, c-axlarna hos de tre mineralen stå i mycket nära rationellt förhållande till varandra. Han betonar också, att serien av de tre mineralen, till vilka han även fogade olivin, bör betraktas som en morfotrop serie i den betydelse GROTH givit ordet. I motsats till RAMMELSBERGS och RATHS uppfattning ansåg slutligen SJÖGREN att fluoren delvis är ersatt av hydroxyl, ej av syre.

SJÖGREN fick längre fram anledning att återkomma till humitgruppens mineral. GROTH hade nämligen uppmanat en av sina elever, WINGARD, att upptaga denna mineralgrupps kemi till förnyad behandling. WINGARD offentliggjorde 1895 ett antal nya analyser å humitmineral från Vesuvius, Kaveltorp och Ladugruvan, varvid han kom till det resultat, att de tre mineralen äga samma kemiska sammansättning, för vilken han uppställde en ganska komplicerad formel. Även GROTH biträdde WINGARDS uppfattning samt angav i sin »Tabellarische Übersicht» av 1889 de tre mineralen såsom »chemisch gleich zusammengesetze Mineralien», vilka bilda tre modifikationer av samma substans (— — — »bilden offenbar drei Modifikationen derselben Substanz»). WINGARDS resultat föranledde SJÖGREN att i samarbete med MAUZELIUS ånyo angripa problemet och de sålunda erhållna resultaten meddelades i Uppsalabulletinen 1895. SJÖGREN kunde här meddela, att de nya analyserna, åtminstone i huvudsak, bekräftade hans tidigare uttalade åsikter. Mineralen äga olika sammansättning, vilken då vattnet beräknas som hydroxyl kan uttryckas i formlerna:

$$\mathrm{Mg_3[Mg(F \cdot OH)]_2[SiO_4]_2} = \text{kondrodit}$$
$$\mathrm{Mg_5[Mg(F \cdot OH)]_2[SiO_4]_3} = \text{humit}$$
$$\mathrm{Mg_7[Mg(F \cdot OH)]_2[SiO_4)_4} = \text{klinohumit.}$$

Dessa formler, vilka sedan blivit bestående, skilja sig emellertid något från de 1882 av SJÖGREN beräknade. Oberoende av, men samtidigt med SJÖGRENS och MAUZELII arbete, gjorde den framstående amerikanske mineralkemisten PENFIELD i samarbete med HOWE humitgruppens mineral till föremål för undersökning. Dessa forskare kommo i sitt något tidigare än SJÖGRENS publicerade ar-



Prolektit 7.

Då det således blifvit visadt, att prolektiten såväl geometriskt, som optiskt skiljer sig från de öfriga humitmineralen kunna vi gå till att betrakta dess ställning i kemiskt afseende till dessa.

Det har nästan samtidigt och oberoende af hvarandra blifvit visadt af Penfield och Howe å ena sidan och af mig å andra, att de tre mineralen af humitgruppen hafva olika formler och att dessa stå i en nära relation till deras kristallformer[1]. Formlerna äro:

Chondrodit .... $Mg_5(F,OH)_2(SiO_4)_2$
Humit ...... $Mg_7(F,OH)_2(SiO_4)_3$
Klinohumit ..... $Mg_9(F,OH)_2(SiO_4)_4$

~~Då~~ Vertikalaxlarne hos de tre mineralen förhålla sig såsom 5 : 7 : 9 d.v.s. just såsom ~~antalet~~ förhållandet mellan syreatomerna i ~~hvar~~ de olika formlerna; då nu prolektitens ~~vertikalaxel~~ (i fall föregående kristallografiska utredning är riktig) förhåller sig till klinohumitens såsom 11 : 9 så kan man, under antagande att samma lag gäller äfven här, sluta till att prolektitens formel skulle vara

$$Mg_{11}(F,OH)_2(SiO_4)_5$$

med en byggnad som åskådliggöres af följande skema

Si Si Si Si Si
O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O O
F — Mg Mg Mg Mg Mg Mg Mg Mg Mg Mg Mg — OH

Det skulle naturligtvis hafva varit af allra största intresse att genom analys kunna kontrollera att mineralet verkligen hade denna sammansättning. [illegible] Att man kunde vänta att finna ett mineral med denna sammansättning är redan förutsagt af Penfield och Howe; så vidt jag vet är det första gången

---

1) Penfield och Howes uppsats offentliggjordes i Mars-numret af American Journ. of Science (1894) Vol XLVII p. 188, min i Maj samma år såsom särtryck ur Bull. of Geol. Instit. of Upsala.

Fig. 1. Sida ur SJÖGRENS svenska manuskript till uppsatsen om prolektit.

bete till fullkomligt samma formler som Sjögren och Mauzelius. I och med dessa arbeten kunde det gent emot tidigare uppfattning anses vara slutgiltigt fastslaget, att de tre humitmineralen äga olika sammansättning, vilken i sin tur står i relation till mineralens geometriska egenskaper. Det tillkommer nu den moderna mineralogien, som förfogar över nya hjälpmedel, att tränga djupare in i de märkliga problem, som röra humitmineralen.

Sjögren hade senare också tillfredsställlesen att påträffa en ny svensk fyndort för humitmineral, nämligen Kogruvan i Nordmarksfältet. Detta fynd beskrevs 1893 i Uppsala-bulletinen, varvid även Sjögren kunde meddela den märkliga upptäckten av ett humitmineral, som ej kunde identifieras med de hittills kända. Detta mineral beskrevs 1895 och erhöll namnet prolektit. Sjögren tillskrev mineralet sammansättningen

$$Mg[Mg(F \cdot OH)]_2SiO_4.$$

Det skulle alltså utgöra det hittills okända första ledet i den märkliga humitserien. På grund av att vertikalaxlarna för klinohumit, humit och kondrodit förhålla sig mycket nära som 9 : 7 : 5 borde då detta minerals vertikalaxel vara $^3/_5$ av kondroditens och dess axelförhållande följaktligen $a : b : c \sim 1.08 : 1 : 1.88$. I själva verket visade sig också ett sådant axelförhållande giva de på prolektitkristallerna uppträdande ytorna enkla och rationella indices. I optiskt hänseende skilde sig det nya mineralet från de övriga leden i serien. Beklagligtvis påträffades emellertid en så liten kvantitet av mineralet, att den fömodade sammansättningen ej kunde kontrolleras med kemisk analys. Namnet prolektit hänsyftade på att mineralets existens hade blivit förutsagd (προλέγειν = förutsäga), nämligen av Penfield och Howe i deras ovan nämnda avhandling, däri de skriva: »Thus $Mg[Mg(F \cdot OH)]_2SiO_4$ is a possible and a most likely compound to occur. This should crystallize either orthorhombic or monoclinic with $\beta = 90^\circ$ and should have the axial ratio $a : b : c = 1.086 : 1 : 1.887$».

Samma år som Sjögrens stora arbete om humitmineralen utkom, meddelade han också två andra kristallografiska bidrag, det ena rörande gadolinitens kristallform samt det andra behandlande katapleitens kristallografi. I det förra redogör han för mätningar å gadolinitkristaller från Igeltjärnsbrottet å Hitterö, i det senare beskriver han några nyligen funna katapleitkristaller från Brevig i s. Norge. Sjögrens huvudarbete under nästföljande år är en uppsats om de norska apatitförekomsterna, varförutom han även publicerade några smärre mineralogiska arbeten, nämligen en notis om gedrit som beståndsdel i norska och finska bergarter, en kristallografisk undersökning av kalkspatkristaller från Hille i Gästrikland samt en beskrivning av tefroitkristaller från Långban.

1884 offentliggjorde SJÖGREN en serie mineralogiska arbeten, vilka jämte hans undersökningar av humitmineralen torde få räknas till hans mest uppmärksammade bidrag till den mineralogiska litteraturen. Dessa arbeten, vilka utgöra n:is 8—11 av »Kristallografiska studier», behandla de märkliga manganarseniaten från Mossgruvan i Nordmarksfältet. Det första ledet i serien är en kristallografisk undersökning av allaktit, vilket mineral samma år upptäckts av ANTON SJÖGREN. En detaljerad beskrivning lämnades av det tillgängliga materialet, vilket SJÖGREN lyckades avvinna många intressanta upplysningar, även om mineralets säregna förhållande i optiskt hänseende, nämligen att förete s. k. »dispersion i korsade axelplan» på grund av det bristfälliga materialet undgick honom. Denna iakttagelse gjordes något senare av KRENNER. FÖRF. till dessa rader har för ett par år sedan kunnat underkasta det intressanta mineralet en förnyad och utvidgad undersökning, baserad på ett rikare material, även härstammande från Långban. Härvid ha SJÖGRENS resultat visat sig i alla väsentliga delar bestå, liksom även KRENNERS iakttagelse, vilken förf. lyckades följa kvantitativt, visade sig fullt riktig.

Den andra uppsatsen i serien behandlar mineralet hämatolit. Detta mineral synes ha blivit ungefär samtidigt upptäckt av IGELSTRÖM och ANTON SJÖGREN, vilken lämnade materialet för undersökning till HJALMAR SJÖGREN. IGELSTRÖM meddelade emellertid sin preliminära redogörelse för mineralet något tidigare än SJÖGREN, vilken gav mineralet namnet diadelfit. Som BRÖGGER först framhöll och senare blivit vedertaget, torde emellertid IGELSTRÖM böra tillerkännas prioritetsrätten och det namn han gav mineralet, eller aimatolit, bibehållas, dock med hänsyn till en språklig oriktighet hellre skrivet hämatolit. Av vida större betydelse än denna prioritetsfråga är emellertid, att SJÖGRENS beskrivning av mineralet var långt mera ingående än IGELSTRÖMS (i samarbete med den franske mineralogen Bertrand gjorda) undersökning. SJÖGREN kunde ej heller biträda BERTRANDS uppfattning, att kristallerna voro sammansatta av monoklina individer, grupperade så att de meddelade kompositkristallerna romboedrisk symmetri, utan ville i stället se en analogi mellan de märkliga optiska anomalier, som hämatoliten uppvisade, och de för granat, alun m. fl. kristallarter karakteristiska anomalierna.

Den tredje notisen i serien ägnade SJÖGREN åt mineralet synadelfit, om vilket han kort förut gjort ett preliminärt meddelande. I motsats till den tidigare uppgiften i sitt preliminära meddelande visar han här, att mineralet är monoklint och isomorft med lirokonit och lazulit. Slutligen beskrev Sjögren i den sista av seriens notiser det kort förut av Igelström upptäckta mineralet hämafibrit (av Igelström skrivet aimafibrit). Under det att Igelströms material ej omfattade kristaller, lyckades emellertid Sjögren att finna sådana, varför kännedomen om mineralet genom Sjögrens bidrag blev väsentligt vidgad.

I en senare under samma år i Geol. För. Förh. publicerad uppsats övergick Sjögren till att diskutera de ovan nämnda mineralens förekomst- och bildningssätt. Han framhöll, att de uppträda i en karbonatrik gångbildning — den s. k. mangankalken — i Nordmarksfältet, vilken visar skarpa gränser mot det malmlager, den under nära rät vinkel avskär. Mangankalkens huvudmassa utgöres av karbonat av kalcium, magnesium och mangan. Härtill komma i mindre mängd flusspat, tungspåt, magnetit, hausmannit, manganosit, manganit, pyrokroit m. fl. mineral, bland vilka de ovan omtalade manganarseniaten tilldraga sig det största intresset. Sjögren skrev dessas kemiska formler i nu berörda uppsats på följande vis:

$$\mathrm{Mn_3O_6(AsO)_2 + 4(Mn \cdot O_2H_2)} = \text{allaktit}$$
$$\mathrm{Mn_3O_6(AsO)_2 + 4[(\tfrac{3}{4}Mn \cdot \tfrac{1}{4}H_2)O_2H_2]} = \text{hämafibrit}$$
$$\mathrm{(Al, Mn, Fe)_2O_6(AsO)_2 + 8(Mn \cdot O_2H_2)} = \text{hämatolit}$$
$$\mathrm{(Al, Mn, Fe)_2O_6(AsO)_2 + 5(Mn \cdot O_2H_2)} = \text{synadelfit.}$$

Avsikten med detta skrivsätt var att framhålla, huru dessa mineral med avseende på sin kemiska byggnad huvudsakligen skilja sig genom byggnaden av och antalet grupper $\mathrm{R \cdot O_2H_2}$. Härvid förutsatte Sjögren att Mn delvis ersätter $\mathrm{H_2}$ i mineralet hämafibrit, ett antagande, som torde vara svårt att ledas i bevis, men som ej förefaller främmande för den moderna strukturlärans uppfattningssätt. Under det att alltså enligt Sjögren den första delen av mineralens formler är normalt arseniat — hos de båda första mineralen av $\overset{\mathrm{II}}{\mathrm{R}}$, hos de båda senare av $\overset{\mathrm{III}}{\mathrm{R}}$ — består den andra delen av ett olika antal pyrokroitmolekyler, hos hämafibrit av ett derivat därav.

Sjögren påvisar nu, hur såväl manganosit som pyrokroit i ofta väsentlig grad äro omvandlade till manganit. Han framhåller vidare förekomsten av ett berzeliit-artat mineral,[1] vilket ofta synes vara benäget att sönderdelas. Då vidare de fyra vattenhaltiga arseniaten uppträda på sprickor eller i druser i mangankalken och härigenom ge sig tillkänna som sekundära bildningar, drar SJÖGREN den slutsatsen, att de bildats genom reaktion mellan arseniksyra, härstammande från det sönderdelade berzeliitmineralet samt manganosit, resp. pyrokroit. De exceptionella omständigheter, som orsakat bildningen av mangankalkens vattenhaltiga arseniat, skulle alltså å ena sidan vara förekomsten av tvåvärdig mangan (i manganosit och pyrokroit) samt å den andra närvaron av arseniksyrehaltiga lösningar, bildade vid det berzeliit-artade mineralets upplösning. Att mineralens kemiska formler kunna uppfattas som additionsprodukter av arseniat och pyrokroit anser SJÖGREN stödja den ovan utvecklade hypotesen om deras bildningssätt. Även om frågan om bildningen av mangankalkens mineral ej i och med SJÖGENS arbete kan anses vara slutgiltigt löst, så måste det å andra sidan betonas, att få svenska mineralassociationer blivit så väl undersökta som den ifrågavarande tack vare SJÖGREN. Hans förmåga att tänka kemiskt över mineralogiska problem har här gjort sig gällande på ett lyckligt sätt och de synpunkter han utvecklat måste i varje fall anses ha varit i hög grad uppslagsgivande för diskussionen om bildningen av de sällsynta mineralen vid de värmländska mineralfyndorterna.

---

[1] Senare av Sjögren benämnt adelit.

Samma år som undersökningarna över Mossgruvemineralen publicerades tryckte även SJÖGREN ett arbete rörande grafitens kristallografi, »Om grafitens kristallform och fysiska egenskaper».. Detta minerals kristallografi hade redan tidigt varit föremål för undersökningar, men redan dess symmetri uppfattades av skilda forskare olika. CLARKE, vilken torde ha varit den förste som sysslade med denna fråga (1821), angav kristallformen som ett snett fyrsidigt prisma, HAIDINGER (1845) liksom KENGOTT (1854) betraktade däremot grafit som hexagonal, medan slutligen A. E. NORDENSKIÖLD (1855), därvid stödjande sig på mätningar av grafitkristaller från finska kalkbrott, gjorde gällande att grafit tillhör det monoklina kristallsystemet. SJÖGREN ställde sig nu den uppgiften att söka avgöra frågan om grafitkristallernas symmetri, därvid han för sina undersökningar använde material från såväl Ceylon som Finland, liksom även av syntetiska kristaller. Han begränsade sig härvid ej till geometrisk-kristallografiska undersökningar, utan gjorde även iakttagelser över mineralets kohesion (slagfigurer), över förbrännings- och etsfigurer samt över värmeledningsförmågan i olika riktningar. Han sammanfattade sitt resultat på följande sätt: — — — »tvillingbildningarnas beskaffenhet samt etsfigurerna och värmeledningen göra det antagligt, att grafiten kristalliserar i det hexagonala systemet. Detta motsäges ej av dess geometriska egenskaper, vilka äro allt för inkonstanta för att på dem något utslag skulle kunna grundas». De senaste årens undersökningar av grafit med röntgenstrålar överensstämma så till vida med den av HAIDINGER, KENGOTT och SJÖGREN uttalade uppfattningen att mineralet befunnits kristallisera i det hexagonala systemet (i vidsträckt bemärkelse), om också åsikterna gå isär beträffande till vilken av detta systems underavdelningar mineralet bör hänföras.

Under en följd av år synes nu SJÖGREN uteslutande ha ägnat sig åt uppgifter av geologisk art, uppenbarligen sammanhängande därmed att han 1885 fick sitt verksamhetsområde förlagt till Nobelverken i Baku, där oljefältens geologi fängslade hans intresse. Något nytt mineralogiskt arbete av SJÖGRENS hand trycktes ej förrän 1891, då han i Geol. För. Förh. offentliggjorde första delen av en serie mineralogiska arbeten med den gemensamma titeln »Bidrag till Sveriges mineralogi». SJÖGREN hade då tillträtt lärostolen i mineralogi och geologi i Uppsala och hade därigenom på nytt fått möjligheter att utföra mineralogiska undersökningar. Det första av dessa bidrag rör mineralet långbanit, vilket ett par år förut beskrivits av FLINK. SJÖGREN meddelade tre nya analyser av detta märkliga mineral, verkställda av MAUZELIUS, varvid han kom fram till formeln

$$m\,Sb_2O_3,\ n\,Fe_2O_3,\ p\,RR^1O_2,$$
$$\text{där } R = Mn,\ Si;\ R^1 = Mn,\ Ca,\ Mg.$$

Faktorerna m, n och p variera högst betydligt, varmed uppenbarligen skillnader i täthet stå i samband. Tack vare de av SJÖGREN meddelade analyserna blev alltså den i FLINKS uppsats kvarstående osäkerheten angående antimonens och järnets oxidationsgrader hävd. SJÖGREN betonade långbanitens samhörighet med järnglansgruppens mineral, vilken samhörighet han ansåg styrkas även av det förhållandet, att en närmare granskning av långbanitkristallerna visade, att däribland även förekomma kristaller med utpräglad hemiedrisk utbildning. Multipliceras långbanitens c-axel med $\frac{5}{6}$, erhålles så gott som fullständigt överensstämmelse med korund och järnglans:

	c =
korund (JEREMEJEFF)	1.3636
järnglans (LÉVY)	1.359
långbanit (FLINK)	$\frac{5}{6}c = 1.3597$

I en senare (1892) i Uppsalabulletinen tryckt uppsats meddelade SJÖGREN i ett bredare framställningssätt sina undersökningar över långbanit. Han diskuterade där även utförligare mineralets relation till järnglansgruppen och synes nu mera böjd att söka en morfologisk överensstämmelse med nämnda mineralgrupp utan förändring av långbanitens c-axel, d. v. s. med bibehållande av en för mineralet naturlig uppställning. Skillnaden mellan järnglansens och långbanitens c-axlar blir då förhållandevis stor, eller 0.285, vilket emellertid SJÖGREN under hänvisande till differenser av samma storleksordning mellan anhydrit och celestin, ej anser vara av väsentlig betydelse, särskilt som långbanitens och järnglansens formsystem i huvudsak överensstämma. Senare har FLINK på ett rikt material kunnat komplettera SJÖGRENS undersökningar, varvid han framhållit, att mineralets symmetri är ännu lägre än vad de av SJÖGREN undersökta kristallerna gåvo vid handen, nämligen romboedrisk-tetartoedrisk, eller samma symmetri som ilmenitens. FLINK beräknade det nya axelförhållandet 1.4407, under det att ilmenitens axelförhållande är 1.385, en icke oväsentlig skillnad. Säkerligen är icke heller härmed det sista ordet sagt om detta mineral.

N:o 2 i serien Bidrag till Sveriges mineralogi utgöres av en beskrivning av ett nytt led i amfibolgruppen, som SJÖGREN gav namnet astochit, en blå till grå manganrik alkaliamfibol. Sedan HAMBERG emellertid visat, att materialet i huvudsak överenstämde med richterit, ändrades dock namnet till natronrichterit.

N:is 3—6 av bidragen till Sveriges mineralogi trycktes följande år (1893), likaledes i Geol. Fören. Förh. I det första av dessa bidrag meddelade SJÖGREN resultaten av sina undersökningar av ett nytt arseniat från Nordmarken och Långban, vilket han benämnde adelit. Mineralet var påträffat såväl i Kittelgruvan vid Nordmarken som vid Långban och SJÖGREN framhöll dessutom, att det av honom tidigare omnämnda berzeliit-artade mineralet från Mossgruvan utan tvivel är nära besläktat med adelit, ehuru dess vattenhalt är lägre. I systematiskt hänseende står adelit nära sarkinit, i det de båda mineralens formler kunna skrivas:

$$\mathrm{As\,O_4\,Ca\,(Mg\cdot OH)} = \text{adelit}$$
$$\mathrm{As\,O_4\,Mn(Mn\cdot OH)} = \text{sarkinit.}$$

SJÖGREN hade senare tillfredsställelsen att finna ännu ett med dessa nära besläktat mineral, nämligen tilasit, eller fluor-adelit, vars formel är:

$$\mathrm{As\,O_4\,Ca(Mg\cdot F)}.$$

I samma serie av bidrag kunde Sjögren meddela beskivning av ytterligare ett nytt mineral från Värmlandsgruvorna, denna gång från Harstigsgruvan. Mineralet i fråga tillhör apatitgruppen och erhöll av Sjögren namnet svabit. Dess formel, eller

$$(As\,O_4)OH \cdot Ca_5,$$

där något hydroxyl är ersatt av Cl och F, är fullt analog med apatitgruppens. Mineralet visade sig också vara hexagonalt och reflexerna i prismazonen talade till förmån för pyramidal hemiedri. Axelförhållandet överensstämde likaledes nära med apatitgruppens:

	c:a =
svabit	0.7143
vanadinit	0.7122
mimetesit	0.7276

Slutligen meddelade Sjögren i denna serie preliminära notiser angående ytterligare några Värmlandsmineral, nämligen axinit, hedyfan och s. k. järnschefferit. Dessa arbeten trycktes emellertid året därefter i utvidgad form. I övrigt upptogs Sjögrens tid under dessa år i hög grad av studier rörande järnmalmernas och kisernas bildningssätt och åren 1891—94 nedlade han i ett betydligt antal uppsatser resultaten av sina forskningar på detta område.

Året 1893 bildar i ett avseende en epok i Sjögrens vetenskapliga insats. Detta år trycktes nämligen det första bandet av Uppsala-bulletinen. Sjögren själv inledde på ett värdigt sätt detta band genom att där trycka de första åtta notiserna i serien »Contributions to swedish mineralogy», vilken serie kom att omfatta 19 meddelanden. En del av dessa hade förut i preliminär form varit synliga i Geol. För. Förh., men offentliggjordes här i väsentligt utvidgad form samt försedda med ett stort antal kristallfigurer, vilka på ett i högsta grad förtjänstfullt sätt utfördes av Sjögrens dåvarande medarbetare, herr C. Morton. Publikationen inledes med en kristallografisk beskrivning av axinitkristaller från Nordmarken, varigenom ett viktigt bidrag till detta minerals morfologi lämnades. Som en detalj av paragenetiskt intresse kan nämnas, att formen $x\{\bar{2}10\}$ (uppställn. Gdt. W. T.), vilken Sjögren beskriver som ny, sedermera (1919) av förf. återfunnits på axinit från den med Värmlandsgruvorna i åtskilliga avseenden mineralogiskt besläktade förekomsten Franklin Furnace.

Härefter följer en notis om kristalliserad hedyfan från Harstigen, vari detta minerals kristallografi för första gången beskrevs. För något år sedan har kristalliserad hedyfan även påträffats vid

Långban, vilka kristaller förf. haft tillfälle att undersöka. De visa långt gående likheter med Harstigskristallerna och äga ett axelförhållande, som nära nog exakt överensstämmer med dessa:

	c:a =
Harstigen (Sjögren)	0.7063
Långban (Förf.)	0.7052

Vidare meddelar Sjögren i detta första band av Bulletinen en utförlig kristallografisk beskrivning av humitmineralen från Kogruvan i Nordmarksfältet, omfattande såväl humit och kondrodit som även klinohumit. Dessa undersökningar, till vilka utmärkta kristallfigurer utarbetades av Morton, kompletterade på ett intressant sätt Sjögrens tidigare studier över svenska humitmineral. De mineralogiska bidragen i första bandet av bulletinen avslutas med notiser om mineralen långbanit, svabit och adelit, för vilka emellertid ovan redogjorts.

År 1894 publicerade Sjögren förutom fyra arbeten av malmgeologiskt innehåll även en mineralogisk uppsats »On large fluid enclosures in gypsum from Sicily», vilken ingick i första bandet av bulletinen. Han angrep här ett rätt ovanligt mineralogiskt problem, i det att han lät analysera de vätskeinneslutningar, vilka påträffades i ett antal stora gipskristaller från Cianciana på Sicilien. Analysen visade, att vattnet i inneslutningarna ägde en sammansättning av samma kemiska typ som havsvatten, ehuru med en större halt av sulfat. Nära i kemisk sammansättning låg också vissa sulfatförande källvatten, t. ex. Kaiserquelle vid Aix-la-Chapelle, och Sjögren diskuterade med ledning av analysen av det »fossila» vattnet olika möjligheter till förklaring av svavlets uppkomst i den kända aragonit-svavel-associationen.

Följande år, eller 1895, synes Sjögren åter ha koncentrerat sig på offentliggörandet av mineralogiska undersökningar. Detta år trycktes nämligen dels i Bulletinen andra delen av »Contributions etc.», innefattande n:is 9—19, samt i Geol. För. Förh. en ny serie preliminära undersökningar av svenska mineral, omfattande 7 notiser, varförutom han publicerade ett meddelande om den intressanta bariumfältspaten från Jakobsberg. Den nya serien »Contributions» inledes med den redogörelse för hans i samband med Mauzelius gjorda undersökningar över humitmineralens kemi, för vilken ovan redogjorts. Härefter följer en beskrivning av ett nytt arseniat från Mossgruvan, som Sjögren benämnde retzian och vilket visade sig vara isomorft med det av Hamberg undersökta mineralet flinkit. Härefter meddelas resultaten av en kristallografisk undersökning av det av IGELSTRÖM redan 1865 upptäckta och beskrivna mineralet pyroaurit, vilket SJÖGREN nu hade påträffat i Mossgruvan. Undersökningen av detta material gav till resultat, att mineralet var hexagonalt med pyramidal hemiedri. Axelförhållandet beräknades till c:a = 3,6072. Analysen överensstämde med pyroauritens sammansättning. En senare (1902) av FLINK gjord undersökning av pyroauritkristaller från Långban gav emellertid ett väsentligt olika resultat, i det att dessa kristaller visade romboedrisk symmetri. Förf. har senare preleminärt undersökt mineralet med röntgenstrålning, varvid det visade sig att åtminstone två olika mineral föreligga med samma utseende, varav det ena är trigonalt, det andra rent hexagonalt utan antydan till pyramidal hemiedri. Huru dessa motsägelser böra tolkas kunna endast avgöras efter en mera ingående undersökning.

Vidare beskriver SJÖGREN i denna serie den kubiska magnetiten från Nordmarken och ger en intressant diskussion om dess paragenes och bildningssätt, för att därefter återigen meddela ett märkligt mineralfynd vid Nordmarken, nämligen av mineralet safflorit, vars egenskaper och systematiska ställning han diskuterar. Härefter följa i omarbetad form hans undersökningar av natronrichterit. Av särskilt intresse är den därpå följande notisen, vari SJÖGREN beskriver ett nytt pyroxen-mineral, urbanit, med sammansättningen (I Groths skrivsätt):

$$\begin{cases}[SiO_3]_2\ Fe\ Na \\ [SiO_3]_2\ (Ca, Mg, Mn)_2\end{cases}$$

Mineralet skilde sig såväl i kemiskt — genom den höga halten av Fe_2O_3 (27,24 %) och Na_2O (10,59 %) — som i optiskt hänseende från schefferit och järnschefferit. I optiskt hänseende är urbanit närmast besläktad med ägirin. Den kan också formellt tydas såsom sammansatt av en molekyl ägirin och en molekyl $(Ca, Mg, Mn)_2[SiO_3]_2$. Mineralet påträffades ej blott vid Långban utan även vid Glakärnsgruvan i Örebro län och SJÖGREN förmodar att mineralet bör kunna påträffas även vid andra svenska manganförekomster. Slutligen meddelar SJÖGREN i denna serie resultat av undersökningar på de båda Långbans-arseniaten karyinit och natronberzeliit, en notis om Långbanit från Sjögruvan samt beskrivningen av mineralet prolektit, för vilket ovan redogjorts.

Som nyss nämnts offentliggjorde SJÖGREN 1895 även en serie preliminära meddelanden om undersökningar på svenska mineral i Geol. För. Förh. Dessa utgöras till största delen av mineralkemiska diskussioner, förda på grundval av analyser av MAUZELIUS.

Han underkastar här mineralen vesuvian och axinit sådan diskussion, vartill han även fogar en utredning av de antagliga kemiska processer, vilka resultera i humitmineralens pseudomorfosering till serpentinmineral. I den nu nämnda serien meddelade SJÖGREN även beskrivningen av två nya mineral, tilasit och mauzeliit. Analysen av det förra, utförd av MAUZELIUS, gav vid handen, att ett med adelit besläktat mineral förelåg, som dock skilde sig härifrån genom att hydroxyl i adelit var ersatt av fluor i det nya mineralet. Det material, som låg till grund för SJÖGRENS undersökning, utgjordes av oregelbundet begränsade korn utan kristallbegränsning. Fritt utbildade kristallér av tilasit voro vid denna tid ej kända. Betydligt senare ha emellertid sådana påträffats och ett par praktstuffer av kristalliserad tilasit och allaktit äro att räkna bland de märkligaste förvärv för Riksmuseets räkning av svenska mineral, till vilka SJÖGREN tog initiativ. Mineralet mauzeliit från Jakobsberg var ett reguliärt kristalliserande, fluorhaltigt antimon-titan mineral med baserna PbO och CaO.

I ett senare samma år tryckt meddelande redogjorde slutligen SJÖGREN för ytterligare ett intressant mineralfynd från Jakobsberg, nämligen av en nära nog ren bariumfältspat, som han gav namnet celsian.

SJÖGREN hade redan 1894 tagit avsked från sin befattning i Uppsala och ägnade sig ända till 1901, då han efterträdde NORDENSKIÖLD som intendent vid Riksmuseet, huvudsakligen åt sina vidsträckta affärsföretag liksom åt skötseln av sitt gods Nynäs. Han avbröt emellertid under dessa år ej sitt mineralogiska skriftställarskap, utan offentliggjorde åren 1897—1900 ej mindre än åtta mineralogiska uppsatser, dels rörande värmlandsmineral, men även angående mineral från Sala gruvor, till vilka han blivit ägare. Särskilt är att framhålla den 1897 tryckta beskrivningen av mineralet kainosit från Kogruvan. Detta märkliga mineral hade NORDENSKIÖLD 1886 påträffat å Hitterö i södra Norge i ett helt annat mineralsällskap. Vid Kogruvan förekom det som yngsta kristallisationsprodukt i drusrum, vilka förde de vanliga nordmarksmineralen magnetit, diopsid, apatit och klinoklor. Analysen av det i mycket ringa mängd förekommande mineralet, vilken utfördes av MAUZELIUS, kan betraktas som en verklig analysbragd. MAUZELIUS disponerade ej över mera än 0.0666 gr av mineralet, varför material ej fanns för en föregående kvalitativ analys. Detta medförde, att den oväntade upptäckten av sällsynta jordarter, vilka till 35.9 % ingå i sammansättningen, först gjordes under analysens gång. Icke desto mindre torde analysens säkerhet vara fullt tillräcklig för att visa mineralets identitet med den Nordenskiöldska kainositen. I samband härmed kunde också, som ovan nämnts. MAUZELIUS visa, att det i andra delen av SJÖGRENS »Contributions» beskrivna mineralet retzian från Mossgruvan innehöll ej mindre än 10.3 % sällsynta jordarter.

De undersökningar av mineral från Sala som SJÖGREN dessa år utförde röra huvudsakligen mineralen boulangerit och amalgam. De äro av övervägande mineralkemisk art och innehålla dessutom rikligt med upplysningar av historiskt intresse. Från år 1900 daterar sig också en notis om den kemiska sammansättningen av mineral från Langesundsfjorden i södra Norge.

År 1901 utnämndes SJÖGREN till NORDENSKIÖLDS efterträdare vid Riksmuseet. De mångahanda göromålen vid museet medförde att SJÖGRENS rent mineralogiska arbeten från och med detta år blevo sparsamma. Delvis togs hans tid också i anspråk av andra vetenskapliga intressen, särskilt de malmgeologiska spörsmålen, vartill kom hans vidgade intressen för naturvetenskapens historia, vilka resulterade i bl. a. uppsatsen om Linné som mineralog (1907). Spridda mineralogiska bidrag utkommo emellertid, 1905 om kristalliserad pyrokroit och om barysil från Långban, vilka arbeten utfördes i samarbete med Dr FLINK, samt 1906 om edingtonit och Igelströms s. k. kondroarsenit, likaledes i samarbete med FLINK. Detta sistnämnda år trycktes även ett arbete om mineralen vid det märkliga kvartsbrottet vid Åskagen i Värmland, bland vilka SJÖGREN återfann det tidigare vid Österby i Dalarna av C. Benedicks upptäckta mineralet thalenit. Det material av edingtonitkristaller från Bölet, vilket låg till grund för SJÖGRENS uppsats, är säkerligen det i kristallografiskt hänseende märkligaste mineralfynd, som gjorts i Sverige. Kristallerna inköptes av SJÖGREN för en för våra förhållanden anmärkningsvärd stor summa, varefter han överlämnade den kristallografiska undersökningen till FLINK.

SJÖGRENS sista mineralogiska originalarbete är en uppsats om Utö-turmalinernas kemiska sammansättning, grundad på analyser av Dr NAIMA SAHLBOM, vilken uppsats trycktes 1916. Framhållas bör i detta sammanhang också SJÖGRENS medarbetarskap i DOELTERS Mineralchemie, vilket inföll under åren 1912–1914. SJÖGREN bearbetade här mineralen lanthanit, humitgruppens mineral, blysilikaten samt mineralet långbanit. En kompetentare medarbetare för dessa översikter kunde ej gärna tänkas.

Slutligen bör nämnas att SJÖGREN utarbetade fyra föredrag av mineralogiskt innehåll för Vetenskapsakademiens högtidsdagar nämligen 1902 om de sydafrikanska diamantförekomsterna, 1911 om den förmodade meteorkratern vid Canjon Diablo, om Ovifakjärnet 1915 samt slutligen om konstgjorda ädelstenar 1921, alla skrivna med den eleganta och lättflytande stil, som var utmärkande för SJÖGREN.

* * *

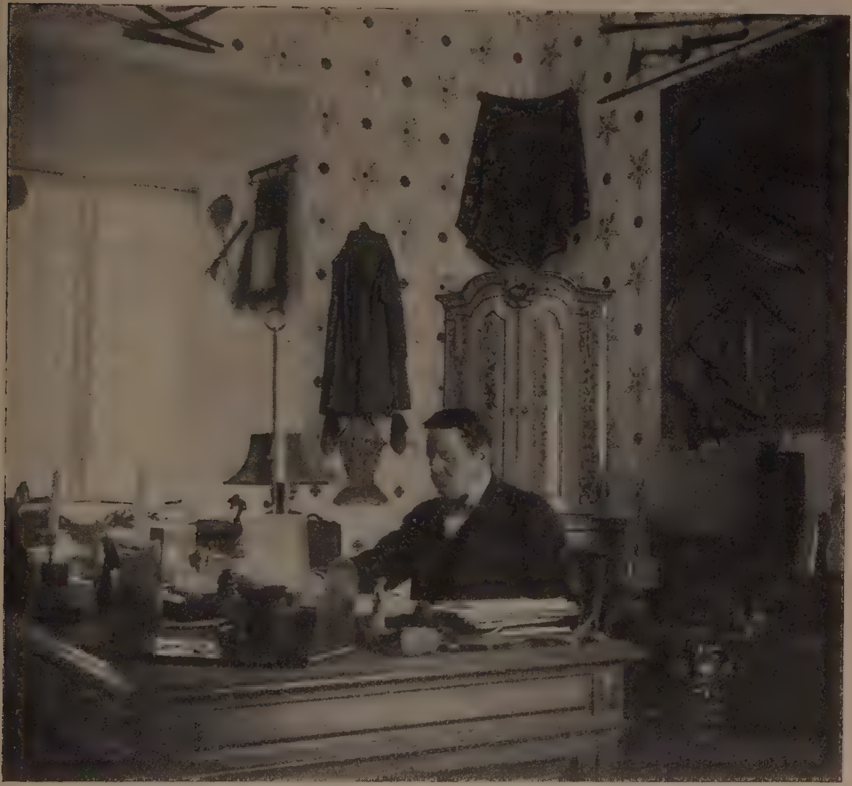


Fig. 2. Professor HJALMAR SJÖGREN vid skrivbordet i sitt bibliotek på Nynäs 1914.

Det vore orättvist att i en översikt av SJÖGRENS betydelse för vårt lands mineralogi ej med ett par ord också beröra hans arbete i Riksmuseets tjänst. SJÖGREN tillträdde sin befattning vid museet, då redan de gamla lokalernas otillräcklighet hade börjat göra sig starkt gällande. Om något ordnande av samlingarna efter moderna krav kunde i dessa lokaler ej vara tal, utan därmed måste anstå till inflyttningen i lokalerna vid Freskati. På SJÖGRENS lott föll emellertid både flyttningen av samlingarna som planerandet av deras uppställning i de nya lokalerna. SJÖGREN ägnade sig åt dessa uppgifter med stort intresse. Detta sträckte sig ej blott till exponerandet av det rikhaltiga materialet i skådesamlingen på ett för den besökande allmänheten tilltalande sätt. Han bemödade sig också att huvudsamlingen skulle ordnas på ett sätt, som gjorde den lätt tillgänglig för forskaren och nedlade dessutom ett stort intresse på restaurerandet av äldre samlingar av historiskt intresse, till vilka på de gamla lokalerna ej kunnat tagas vederbörlig hänsyn. Så t. ex. var det SJÖGREN som tog initiativ till det omfattande arbetet att så vitt möjligt återställa vad som fanns kvar av det forna Bergskollegiets samlingar.

Vid iordningsställandet av skådesamlingarna nöjde sig SJÖGREN ej endast med att de skulle på åskådaren göra ett så tilltalande intryck som möjligt. Man borde även med ledning av beskrivande text kunna inhämta kunskaper om mineralen och deras egenskaper. I detta senare syfte planerade SJÖGREN att i skådesamlingen ordna ett antal montrar, där mineralens egenskaper skulle illustreras med tillhjälp av särskilt valda stuffer och beskrivande text. Endast en del av denna plan hann emellertid SJÖGREN att realisera under sin livstid. SJÖGREN tog också initiativ till en annan nyhet, nämligen ordnandet av paragenetiska mineralsamlingar, vilka skulle illustrera de olika mineralassociationerna och hållas tillgängliga för personer med förutsättningar att tillgodogöra sig detta slag av samlingar. I uppställandet av dessa deltog SJÖGREN med stort intresse och skrev själv texten till utställningen av Ytterby-pegmatitens mineral. Tyvärr fick SJÖGREN ej heller uppleva det definitiva uppställandet av dessa samlingar.

Ännu full av kraft och initiativ bortrycktes han från de arbeten han planerat för museet. Som ett bestående minne av hans verksamhet vid museet kvarstår emellertid hans storartade gåva till den mineralogiska avdelningen, den SJÖGRENska mineralsamlingen. Denna enastående dyrbara samling, omfattande inemot 7,000 stuffer, får ett ökat värde därigenom att den innehåller originalmaterial till en stor del av SJÖGRENS mineralogiska arbeten, bland vilka särskilt bör framhållas manganarseniaten från Mossgruvan och humitmineralen från Kogruvan.

* * *

Förf. begagnar här tillfället att meddela ett par tillägg till Dr. J. L:SON SAMZELIUS, i A. G. HÖGBOMS minnesteckning intagna förteckning över SJÖGRENS skrifter.[1]

---

[1] Bull. Geol. Inst. Upsala Vol. XVIII (1922) p. XVI.

1898.

Vilken erfarenhet har man rörande våra malmers uthållighet mot djupet etc. Anförande i Verml. Bergsm. föreningen. 1898. Separat ur Verml. Bergsm. Fören. Ann. 1898, pp. 1—7.

Om Ofoten-banan. Föredrag hållet inför Ledam. av Riksdagens båda kamrar d. 28 Mars 1898. pp. 1—36. Stockholm 1898.

1902.

De sydafrikanska diamantförekomsterna och diamantens bildningssätt. Föredrag vid K. Vet. Akad. Högtidsdag d. 31 Mars 1902. Stockholm 1902. pp. 1—8.

1903.

Om ännu ett jordkast i Värmland, Februari, 1903. Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Bd. 1. 1903. pp. 251—260.

†

Foto. 1912.

Torbern Fegræus.

Att teckna en levnadsbild av geologen Torbern Fegræus, vars större arbetsuppgifter legat inom den praktiska geologiens område, fjärran från det egna hemlandet, utan att i facklitteraturen ha lämnat synliga spår efter sig, är ej lätt; men det kan vara lockande nog att spåra det inflytande han utövat på vissa grenar av den praktiska geologien, då ju han var en av de första svenska geologer, som efter avslutade akademiska studier uteslutande ägnat sig åt den praktiska geologien, samt var den förste representanten över huvud av den senare så talrika familjen av naftageologer.

Torbern Jarl Severin Fegræus föddes 1853 å Kuse gård i Västerhejde socken på Gotland. Fadren var kommissionslantmätaren Ludvig Fegræus. Student i Visby 1875, inskrevs han samma år vid Uppsala universitet, där han först studerade till bergsexamen,

men sedermera slog om, avlade filosofie kandidatexamen 1888, filosofie licentiatexamen 1889, disputerade för doktorsgrad 1890 med avhandlingen »Om de lösa jordavlagringarna i några av Norrlands älvdalar» samt promoverades till filosofie doktor samma år. Han tjänstgjorde som extrageolog vid S. G. U. somrarna 1878—1887, 1889—90 samt arbetade vid S. G. U. januari—maj och oktober—december 1891. Han deltog i G. F:s sammanträden med ett par föredrag samt bidrog till Förhandlingarna med ett par smärre uppsatser.

En vändpunkt i hans liv inträffade 1892, när han efter Hjalmar Sjögren antog anställning hos bolaget Bröderna Nobel som permanent geolog för de kaukasiska naftakoncessionerna. Denna anställning innehade han intill kort före krigsutbrottet, då han delvis löste sig från bolaget, men dock t. f. av krigsförhållandena ej kunde hemföra sina samlingar och anteckningar samt den vetenskapliga apparatur (instrument, specialbibliotek m. m.) han med stor energi och personliga uppoffringar anlagt. De förra voro resultaten av 22-årigt forskare- och samlarearbete, de senare omfattade utrustning för mikroskopisk teknik m. m. jämte rikhaltig facklitteratur, bägge oumbärliga för arbete på hans exotiska vistelseort. Denna förlust kastade djupa skuggor över återstoden av hans liv, som han tillbragte på sin fäderneö; han avled i Visby den 18 juli 1923, sörjd av maka, född Olsén.

Fegræus ansågs särdeles väl förberedd för de uppgifter hans anställning som naftageolog medförde. Under sin studietid hade han deltagit i praktiskt-geologiska undersökningar i Norrland samt inriktat sig på de lösa avlagringarna i älvdalarna. En studieresa till Tyskland 1888 företog han i syfte att vinna jämförelsepunkter vid tolkningen av de avlagringar, som ägde någon likhet med löss. Då även det paleontologiska innehållet togs i betraktande vid den ena och den andra lokalen, ägde han en ganska god inblick i den geologiskt-stratigrafiska behandligen av recenta och subrecenta sedimentära bildningar.

Med järnhård konsekvens fullföljde han i Bakú de tidigare på annan ort använda arbetsmetoderna. Kontrollen över borrhålen och särskilt över borrproven, som införts av Sjögren, skärptes och sammanställdes i kortkatalog; till hans byrå i Svarta Staden inströmmade rapporterna från alla borrfälten, för att senare bearbetas i hans arbetsrum ute i Villa Petrolea. Titt och tätt företog han kontrollturer ut till borrfälten i Sabuntjí, Balakhaný, Ramaný och Bibi-Ejbát för att verifiera uppgifterna, ty borrmästarnas rapporter voro i begynnelsen föga tillförlitliga. När denna del av arbetet inordnats i möjligast automatiska spår, företog han täta resor till de närmare och fjärmare omgivningarna, ej endast på Apsjerónhalvön,* utan även mot NW, till de senare upptäckta fälten vid Gróznyj och Derbént, samt mot W, på södra sidan av Kaukasuskedjan, uppåt Kurádalen, till Sjemakhá, Sjósja, Kakhétien m. m. Antiklinalstrukturen kunde trots en riklig jordbetäckning tidigt konstateras (det är möjligt, att antiklinalteorien för naftaförekomster här för första gången tydligt uttalats, men i brist på tryck är detta svårt att avgöra) samt antiklinalaxlarnas stupning fastslås. Som första praktiska resultatet av dessa undersökningar följde tappningen av Ramaný-sjön samt dammbygget i Kaspiska havet vid Bibi-Ejbát; på bägge ställen kulminerade en sluten antiklinal under vattenytan. De ekonomiska fördelar, som härvid utvunnos ej endast av Nobelbolaget, medförde att även andra mer eller mindre lierade företag införde sträng registrering av borrmaterialet samt underställde detsamma Nobelgeologens kontroll.

En första sammanställning av de genom kontroll och registrering vid borrhålen vunna resultaten gjordes av FEGRÆUS till Nobelbolagets 25-årsjubileum: han upprättade en i rel. stor skala hållen blockmodell av borrfälten kring Bakú till ett djup av omkring 600 m; på modellens kubytor var den geologiska strukturen angiven och naftahorisonten markerad jämte de störingar, som iakttagits i fält och under jord.

FEGRÆUS var länge ende geologen på stället; geologexperter togo då och då en mer eller mindre hastig översikt över fälten, men vände sig slutligen alltid till hans sakkunskap. Även ANDRÚSSOW erhöll, när han påbegynte sin krävande paleontologiska utredning över Bakú-, Apsjerón- och Kaspiska etagernas ganska invecklade och som litoralbildning nyckfulla stratigrafi, mången värdefull upplysning och ej sällan avgörande bidrag av FEGRÆUS. När därför sent omsider Rysslands Geologiska Undersökning (»Comité Géologique») påbegynte den geologiska detaljkarteringen av området, tillkallade dåvarande chefen TH. TSCHERNYSCHEFF som enda sakkunniga professor ANDRÚSSOW och FEGRÆUS för planläggning av arbetena. Det beslöts i betraktande av den senares prioritetsrätt, att kartläggningen skulle begynna väster och nordväst om de produktiva naftafälten, medan de egentliga fälten skulle reserveras för FEGRÆUS, samt att ett samarbete, i synnerhet vad den paleontologiska bearbetningen beträffar, skulle etableras genom utbyte. Samarbetet gick synnerligen lyckligt, så länge GOLUBJÁTNIKOFF och VOLARÓVITJ handhade kartläggningen på objektiv bas, men när KÁLITZKI, som satte sin ära i att upptäcka möjligast talrika nya naftareserver, varvid den paleontologiskt-stratigrafiska utredningen blev lidande, påbegynte sin kartering i SW, kunde naturligtvis ej Fegræus under sådana förhållanden gå med, uppsade samarbetet och avbröt förbindelserna. Detta Kálitzkis tillvägagångssätt var följden av en motsättning mellan tekniska ledningen av fälten och den geologiska sakkunskapen; den förra ansåg sig kunna bedriva geologi på egen hand (på basen av Fegræi utredningar), och Kálitzki uppmuntrade genom sina skenbara framgångar den därtill. Bland annat förde detta till en temporär tillbakagång av allmänna produktionen under några år.

Fegræi uppmärksamhet vändes tidigt till mikrostudiet av naftasanden och dess omedelbara hängande och liggande. Dels sökte han mikropaleontologiska bevis för naftahorisontens stratigrafiska nivåkonstans, dels forskade han experimentellt efter sambandet mellan kornstorlek och porvolym å ena sidan, mellan dessa bägge och filtrationsförmågan beträffande vatten av varierande salthalt, samt bergoljor av varierande specifik vikt å andra sidan; således fullt moderna dagsproblem. Erfarenheten vid Bakúfälten hade visat, att närbelägna borrhål, så länge de voro någorlunda likvärdigt belägna i förhållande till antiklinalryggen, ej märkbart influerade på varandras produktivitet och livslängd, samt att borrhålen mot slutet av sitt produktionsliv avgåvo långsamt tilltagande procenthalt av vatten, utan att några vatteninbrott av katastrofartad karaktär ägde rum. Detta tillät en exploatering av »poolen» intill nära nog sista droppen samt krävde en mindre noggrann cementering av produktionsrörets skoning i naftahorisonten. Denna mot erfarenheten å andra naftafält stridande egenskap kunde bero på en diskontinuitát i naftahorisonten i horisontell led, med sandlinser av växlande kornstorlek och filtrationsförmåga, eller, särskilt vad vattenförhållandena beträffar, på förefintligheten av nafta i talrika skilda horisonter över varandra. Medan Fegræus första tiden lutade mot antagande av första typ, däri bestyrkt av naftaoljornas i Bakú rel. konstanta specifika vikt, när de härstamma från stratigrafiskt likvärda antiklinaler, medan naftan från olika horisonter (ex. Gróznyj-naftan, jämförd med Bakúnaftan) uppvisade betydande differenser, synes han senare — om på grund av sina experimentella undersökningar samt på basen av sin vidsträckta kännedom av fälten i horisontell och vertikal led är undertecknad obekant — ha omfattat det senare alternativet och således antagit en vidsträckt migrationsförmåga hos naftan, möjligen i första hand som resultat medförande en grov naftaskiktning (i olika naftahorisonter) efter specifik vikt och således ej strängt bunden vid en bestämd stratigrafisk nivå inom olika strukturer.

Han synes ha fått rätt i detta antagande, ty exploateringen går f. n. på djupet. Bristen på paleontologiskt bestämda belägg för stratigrafien, som han ständigt klagat över, synes härmed vara av mindre graverande art.

Det alltjämt växande materialet från borrhålen, de krävande löpande arbetena vid kontrollen, vid senare tidpunkt övervakandet av bolagets tvenne nyinredda (1911), fullt moderna seismiska stationer etc. nödvändiggjorde ett tillskott av arbetskraft, om samtidigt rekognosceringarna av nya naftafält i närmare och fjärmare grannskap skulle kunna utföras. Detta tillskott erhölls först i fil. dr. Fr. Andersson, senare tillstötte även yngre ryska geologer. Vidsträcktare jämförande studier i praktiskt syfte kunde nu utföras. De bägge geologerna turade om i kansliarbete. Fegræus besökte i tur och ordning naftaförekomsterna vid Maikóp (västra Kaukasus), Tsjelekén, Málуj Balkán, Krasnovódsk, Emba (alla i Transkaspien), Tschimión, Majlisaj (i Turkestan) o. a. ej blott en gång, utan upprepade gånger. Dock var hans omdöme om dessa, det sista fältet undantaget, av negativ art. Han besökte även de galiziska och rumäniska naftafälten, naftafälten i U. S. A., särskilt de då nyupptäckta i Californien och erhöll därigenom en vidsträckt kännedom om olika förekomsttyper; han kompletterade sina personliga erfarenheter och intryck med studium av för vart fall tillgänglig litteratur. Under professor Sjögrens och undertecknads expertresa till Turkestan 1911 var han expeditionens ciceron och lokalkännare.

Under sina talrika resor i mindre tillgängliga delar av Asien hade Fegræus med småningom förvärvad sakkunskap anlagt samlingar av etnografisk och arkeologisk karaktär. Hans ungkarlshem i Bakú innehöll ett omsorgsfullt urval av orientaliska museiföremål, vars historiska betydelse och utvecklingsfaser han på lediga stunder ivrigt studerade. Det var knappast någon sida av orientens utvecklingshistoria, som han ej kunde ge sakliga och djuptgående utredningar om.

Undertecknad, som förutom expertresan 1911 arbetat under Fegræi ledning som naftageolog i Bakú sommaren 1902 samt senare ofta diskuterat Bakúproblem med honom, har haft tillfälle att iakttaga honom som geolog i fält och laboratorium, samt som expert. Omdömet faller sålunda: som geolog var han kritisk, metodisk och noggrann, sökte styrka arbetshypoteser med övertaliga bevis, satt dock mest inne med större erfarenhet än som han för tillfället fann nödigt framföra. Som geologexpert fattades honom den intuitiva diagnostiska styrka, som ger nyckeln till framgång: han var oftast skeptiker och pessimist. Som människa hatade han förställning, flärd och ouppriktighet, älskade ett gott skämt och var en trofast vän.

H. G. Backlund.

Förteckning

över svensk geologisk, paleontologisk, petrografisk och mineralogisk litteratur för år 1922.

(Jämte äldre tillägg.)

Av

Fr. E. Åhlander.

(Uppsatser i Geol. För. Förhandl. äro ej upptagna. Anmärkningar och kompletterande uppgifter mottagas tacksamt av Fr. E. Åhlander, under adress: Arbetarbiblioteket, Barnhusg. 14, Stockholm. † efter en uppsats anger, att jag ej sett uppsatsen i fråga.)

Abel, Othenio. Desmostylus: ein mariner Multituberculate aus dem Miozän der nordpazifischen Küstenregion. — Acta Zool., Sthlm, Årg. 3, 1922, s. 361—394, 3 tavl., 4 textfig.

Ahlmann, Hans W:son, Alperna. En studie över deras utvecklingshistoria. — Ymer, Sthlm, Årg. 42, 1922, s. 58—104, 13 textfig.

— Glaciers in Jotunheim and their physiography. — Geogr. Ann., Sthlm. Årg. 4, 1922, s. 1—57, 20 textfig.

Amberg, K. Dendriternas inverkan på karbidens lösning vid Ac 1, 2, 3. — Jernkont. Ann., Sthlm, Årg. 106, 1922, s. 1—6, 9 textfig.

Aminoff, G. Über die Kristallstruktur von Ag J. — Zeitschr. Kristallogr., Leipzig, Bd 57, 1922, s. 180—185, 2 textfig.

— Debye-Photogramm von Zinkoxyd. — Ibid., s. 204—206, 2 textfig.

Anderson, Gerhard. Se Holmberg, Bror, Skifferundersökningar 1.

Andersson, Gunnar, Stockholmsnaturens historia. — Sthlm, Sv. Turistför. Årsskr., 1922, s. 1—38, 17 textfig.

Andersson, Gunnar, Halle, T. G., Lönnberg, Einar, & Wiman, Carl. Professor J. G. Anderssons vetenskapliga arbeten i Kina. — Ymer. Sthlm, Årg. 42, 1922, s. 129—163, 10 textfig.

Andersson, J. G., Current palaeontological research in China. — New-York, Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., Vol. 46, 1922, s. 727—737.

Anrick, Carl Julius, Area under cultivation in Sweden. Scala 1 : 1.000.000. (Sthlm. Sv. Geol. Unders. Ser. Ba, N:r 10.) — Sthlm 1921.

— Grottor, raukar och klintar. — Sthlm, Sv. Turistför. Årsskr., 1922, s. 371—373, 2 textfig.

Antevs, Ernst, On the late-glacial and post-glacial history of the Baltic. — The Geogr. Review, New York, Vol. 12, 1922, s. 602—612, 1 karta, 1 textfig.

— The recession of the last ice sheet in New England. — New York, Amer. Geogr. Soc. Research series. N:r 11, 1922, 86, 120 s. 5 tavl., 1 karta, 19 textfig.

Anzelius, H. E. Se Odén, Sven, Olsson, Filip, & Anzelius, H. E.

Arrhenius, O., Hydrogenion concentration, soilproperties and growth of higher plants. — Ark. Bot., Sthlm, Bd 18, N:o 1, 1922, 54 s.

— Kort översikt av markreaktionens betydelse för växternas liv. — Nord. Jordbruksforskn., Kbhvn, Aarg. 3—4, 1921—1922, s. 380—386.

Asklund, Bror, Zur Geologie von Ost-Pamier, auf Grundlage der von Sven Hedin gesammelten Gesteinsproben. — I: Hedin, Sven, Southern Tibet, Sthlm, Vol. 9, 1922, s. 125—180, 10 tavl., 1 karta.

Asklöf, Sven, Stjärnfall, eldkulor och meteoriter. — Pop. Astr. Tidskr., Sthlm, Årg. 3. 1922, s. 120—132, 4 textfig.

Backman, A. L., & Cleve-Euler, Astrid, Die fossile Diatomaceenflora in Österbotten. — Acta Forest. Fenn., Kuopio, 22, 1922, s. 1—73, 1 tavla, 18 tab. †

van Baren, J., On the correlation between the fluvial deposits of the Lower-Rhine and the Lower-Meuse in the Netherlands and the glacial phenomena in the Alps and Scandinavia. — Wageningen, Meded. van de Landbouw-Hoogeschools. Vol. 23, N:r 1, 1922, s. 1—30, 1 karta, 18 tavl. †

Benedicks, Carl, Metallografiska institutet. Kort beskrivning av dess nuvarande lokaler och inredning. — Jernkont. Ann., Sthlm, Årg. 106, 1922, s. 203—220, 7 textfig.

B[oober]g, G. Ett intressant fynd av fossil idegran i Ångermanland. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 36, 1922, s. 342.

— Om de subalpina mossarna i Riesengebrige. — Ibid. s. 333—342.

— Om torvbildningar i tropikerna. [Ref. undert. G. B-g.] — Ibid. s. 185—187.

— Torvinventering i Finland. — Ibid., s. 222—225.

Brenner, Vidar. Undersökningar över jordens vätejonkoncentration och dess betydelse för bördigheten. — Handl. t. Lantbruksveckan, Sthlm, 1922, s. 43—54.

Cleve-Euler, Astrid. Om diatomacévegetationen och dess förändringar i Säbysjön, Uppland, samt några dämda sjöar i Salatrakten. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C., N:o 309 [= Årsbok 15 (1921) N:o 4], 1922, s. 49—77, 40 textfig.

— Se Backman, A. L. & Cleve-Euler, Astrid.

Conwentz, Hugo, Nekrolog.

Andersson, Gunnar, Hugo Conwentz. * 20 januari 1855, † 12 maj 1922. — Ymer, Sthlm, Årg. 42, 1922, s. 372—376, 1 portr. i texten.

Credner, Wilhelm. De Geer's Geochronologie der Spät- und Postglacialzeit. — Frankfurt a. M., Ber. Senckenb. Naturf. Ges., 51, 1921, s. 113—134, 5 textfig.

Drake, Gustaf. Medicinalierna ur stenriket i Linnés Materia medica. — Sv. Linné-Sällsk. Årsskr., Uppsala, Årg. 5, 1922, s. 13—39.

Ekholm, Gunnar. Till frågan om Litorinagränsen i Uppsverige. — Ymer, Sthlm, Årg. 42, 1922, s. 33—37, 1 textfig.

Ekman, Sven. Djurvärldens utbredningshistoria på Skandinaviska halvön. — Sthlm 1922. 8:o. XVII, 614 s., 142 textfig.

Festin, Eric. Fridlysning av Bjurälvens karstlandskap och återinplantering av bävern. En samtidig lösning av två viktiga naturskyddsfrågor. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 13, 1922, s. 32—62, 2 tavl., 16 textfig.

Florin, Rudolf. On the geological history of the Sciadopitineæ. A preliminary note. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 16, 1922, s. 260—270, 2 textfig.

— Über das Vorkommen von Sciadopitys (Conif.) im deutschen Tertiär. — Senckenbergiana, Frankfurt a. M., Bd 4, 1922, s. 1—5, 1 tavla.

— Zur alttertiären Flora der südlichen Mandschurei. — Palaeontologia Sinica, Peking Ser. A, Vol. 1, Fasc. 1, 1922, 52 s., 3 tavl., 3 textfig., 8 s. kinesisk text.

Frödin, John. Géographie physique de l'ouest du Maroc. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 4, 1922, s. 58—76, 9 textfig.

Frödin, Gustaf. On the analogies between the Scottish and Scandinavian portions of the Caledonian Mountain Range. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1922, s. 199—238, 7 textfig.

Fynd av anthropid ap-tand i Nordamerika. — Fauna och Flora, Uppsala & Sthlm, Årg. 17, 1922, s. 237.

Grönwall, Karl A. De underjordiska kalkbrotten vid Tyckarp. Kalkbrytning fordomtima och nu. — Skånes Natur, Lund, 10, 1922, s. 6—18, 8 textfig.

Hadding, Assar. Kvalitativ analys enligt röntgenografisk metod. — Sthlm, Ingeniörsvet.-Akad. Handl., N:r 11, 1922, 19 s., 1 tavla, 5 textfig.

— Tektoniska och petrografiska undersökningar inom Fennoskandias södra randzon. 1. Röstånga-fältet. — Lund. Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, Bd 2, N:o 4 [= Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., Bd 33, N:o 4], 1922, 54 s., 5 tavl., 1 karta, 11 textfig.

Hagberg, Sven. Förenta Staternas fosforförekomster samt Floridas fosfatgruvor. Reseanteckningar. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 52, 1922, s. 90—92, 139—140, 17 textfig.

Halden, Bertil E. Tvänne intramarina torvbildningar i norra Halland jämte äldre och nyare kvartärgeologiska synpunkter på saltvattensdiatomacéerna. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 310 [= Årsbok 15 (1921): N:o 5], 1922, 60 s. 7 textfig.

Halle, T. G. Se Andersson, Gunnar, Halle, T. G., Lönnberg, Einar, & Wiman, Carl.

— Se Nathorst, A. G.

Hennig, Anders. Drag ur Jönköpingstraktens geologiska och geografiska utvecklingshistoria. — I: Jönköpings historia, D. 1, Jönköping 1917, s. 9—37, 12 textfig.

Holm, Carl. Om myrar och myrutdikning i Västernorrlands län. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 36, 1922, s. 246—251.

HOLMBERG, BROR. Billingens bituminösa avlagringar. — Tekn. Tidskr. Sthlm, Årg. 52, 1922, s. 563—565, 609—611; disk. s. 611.

— Skifferundersökningar. I. — Sthlm, Ingeniörsvet.-Akad. Handl., N:o 6, 1922, 88 s., 3 textfig., 11 diagr.

Innehåll:

HOLMBERG, BROR & KALLENBERG, STEN. Om retortdestillerad svensk skifferolja, s. 5—31.

HOLMBERG, BROR & ANDERSSON, GERHARD. Extraktionsförsök med alunskiffer, s. 32—41.

HOLMBERG, BROR & KALLENBERG, STEN. Skifferbitumens förhållande vid upphettning, s. 42—88.

HOLMSTRÖM, LEONARD. Nekrolog.

ZACHRISON, ARVID. Doktor Leonard Holmström †. — Skånsk Jordbr.-Tidskr., Malmö, Årg. 1, 1919, s. 338—342, 1 portr. å s. 337.

VON HUENE, FRIEDRICH. Beiträge zur Kenntnis der Organisation einiger Stegocephalen der Schwäbischen Trias. — Acta Zool., Sthlm, Årg. 3, 1922, 395—460, 2 tavl., 44 textfig.

HÖGBOM, A. G. Epeirogenetische Bewegungen (Niveauveränderungen). — I: Salomon, W., Grundzüge der Geologie, Allgem. Geologie Teil 1, Stuttgart 1922, s. 175—203, 12 textfig.

— Om meteorer och meteoriter. (Studentför. Verdandis småskr. 259.) — Sthlm 1922. 8:o. 88 s., 22 textfig.

— Om tektiterna, sällsamma stenar från en främmande värld. — Pop. Astr. Tidskr., Sthlm, Årg. 3, 1922, s. 89—106, 6 textfig.

— Über einige geologisch und biologisch bemerkenswerte Wirkungen sulfathaltiger Lösungen auf humose Gewässer. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1922, s. 239—262, 5 textfig.

— Se SJÖGREN, HJALMAR.

HÖGBOM, ALVAR. Se: SANDEGREN, RAGNAR, HÖGBOM, ALVAR, och SVENONIUS, FREDR.

HÖRNER, N. G. Om några främmande länders officiella grundvattensundersökningar. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 311 [= Årsbok 16 (1922): N:o 1], 1922, 15 s.

JOHANSSON, NILS, Pterygopteris, eine neue Farngattung aus dem Rät Schonens. — Ark. Bot. Sthlm, Bd 17, N:o 16, 1922, 6 s, 1 tavla.

— Die rätische Flora der Kohlengruben bei Stabbarp und Skromberga in Schonen. — Sthlm, Vet. Akad. Handl., Bd 63, N:o 5, 1922, 78 s., 8 tavl., 6 textfig.

KALLENBERG, STEN. Se HOLMBERG, BROR. Skifferundersökningar I.

KOFOED-HANSEN, A. F. Om lössjords forhold til skovvegetation — Sthlm, Skogsvårdsför. Tidskr., Årg. 20, 1922, Ser. A, s. 363—382, 5 textfig.

KURCK, C. Faunan och floran i några sydskånska, hittills obeskrivna kalktuffar. — Ark. Kemi, Sthlm, Bd 8, N:o 15, 1922, 70 s., 1 tavl. 1 textfig.

— Kalktuffen vid Benestad. En ny profil. — Skånes Natur, Lund, 10, 1922, s. 21—38, 4 tavl., 7 textfig.

LUGNER, IVAR. Om åkerjordens reaktion och kalkbehov. — Sv. Mosskulturf. Tidskr., Jönköping, Årg. 36, 1922, s. 113—122.

LÖNNBERG, EINAR. Se ANDERSSON, GUNNAR, HALLE, T. G., LÖNNBERG, EINAR, & WIMAN, CARL.

Magnusson, N. H., Munthe, Henr., & Rosén, Seth. Beskrivning till kartbladet Mjölby. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. Aa, N:o 150: 144 s., 1 tavl., 56 fig.

Geol. unders. utförd av H. Munthe 1905—06 med biträde av Hj. Olsson 1905—06, D. Olsson 1905, J. A. Bergquist 1906—07 och 1910—12, K. E. Sahlström 1909, 1912, H. Ahlmann 1909. Berggrunden revid. 1919 av N. H. Magnusson o. S. Rosén samt jordlagren 1913 o. 1919 av H. Munthe o. 1919 av E. Granlund.

Mauzelius, Robert, Nekrolog.

Robert Mauzelius. — Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 34, 1922, s. 12—13.

Moberg, Johan Christian. Biografi.

Nordenskjöld, Otto. Johan Christian Moberg. * $^{11}/_{2}$ 1854, † $^{30}/_{12}$ 1915. — Sthlm, Vet. Akad. Årsbok, 1922, s. 257—272, 1 portr.

Munthe, Henr. Beskrivning till kartbladet Burgsvik jämte Hoburgen och Ytterholmen. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. Ca, N:o 152, 1922. 172 s., 1 tavla, 91 fig.

Geol. unders. utförd av J. C. Moberg 1892—93, 1896, 1899—1900 med bitr. av K. A. Grönwall 1896—97; avslutades 1901 av H. Munthe, som senare revid. bladet.

— Några ord om ett par grottor i Räckeberget norr om Örnsköldsvik. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 13, 1922, s. 91—93, 2 textfig.

— Se Magnusson, N. H., Munthe, Henr., & Rosén, Seth.

Nathorst, A. G. Nekrolog.

Halle, T. G. A. G. Nathorst. † $^{20}/_{1}$. — Nordens Årsbok, Kbhvn, 1922, s. 174—176, 1 portr. i texten.

Nathorst, Harry J. H. Se Sundberg, Karl.

Nauckhoff, W. Se von Post, Hampus.

Naumann, Einar. Sjö- och myrmalmernas bildningshistoria. — I: En bergsbok, tillägnad Carl Sahlin $19^{15}/_{12}21$, Sthlm 1921, s. 145—152, 1 tavla, 1 textfig.

— Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer, deras bildningshistoria, utbredning och praktiska betydelse. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 297 [= Årsbok 13 (1919: N:o 6], 1922, 194 s. 4 kart., 110 textfig., tysk res. s. 178—194.

Nielsen, K. Brünnich. Inddelingen af Danien'et i Danmark og Skaane. — Kbhvn. Medd. D. Geol. For., Bd 5, 1920, N:r 19, 16 s.

Nordenskjöld, Otto. Se Moberg, Johan Christian.

Norin, E. The late palaeozoic and early mesozoic sediments of Central Shansi. (Contributions from the Nyström institute 2.) — Peking. Bull. Geol. Survey of China, N:o 4, 1922, 80 s., 3 tavl., 11 textfig., 3 s. kinesisk text.

— Some geological notes on the coal and iron ore deposits in the carboniferous sediments of Central Shansi. (Contributions from the Nyström institute, 4.) — Shanghai, Journ. North China Branch, of the R. Asiat. Soc., Vol. 53, 1922, s. 95—104, 1 textfig.

En ny teori för istidens uppkomst. [Ref.]. — Pop. Astr. Tidskr., Sthlm, Årg. 3, 1922, s. 80—81.

Odén, Sven. Från en torvvetenskaplig och torvteknisk studieresa — Sthlm, Ingeniörsvet.-Akad. Medd., N:r 15, 1922, 34 s., 3 textfig.

Odén, Sven. Olsson, Filip, & Anzelius, H. E. Jämförande undersökningar över olika torvslags humifieringsgrad. (Odén, Sven, Torvundersökningar 1). — Ibid. Handl., N:o 9, 1922, 40 s., 3 textfig.

Odhner, Nils Hj. Lacustrine mollusca from eocene deposits in China. — Peking, Bull. Geol. Survey of China, N:o 4, 1922, s. 119—135, 1 tavla, 3 textfig.

Olsson, Filip. Se Odén, Sven, Olsson, Filip, & Anzelius, H. E.

Osvald, Hugo. Till gyttjornas genetik. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 309 [= Årsbok 15 (1921): N:o 4], 1922, s. 3—48, 2 textfig.

Petersson, Walfr. Metoder för mätning av avvikelser i djupborrhål. — Jernkont. Ann., Sthlm, Årg. 106, 1922, Tekn. diskussionsmötet, s. 224—262, 12 textfig.

Petersson, Viktor. Skurugata. Ett klassiskt småländskt naturminne, skildrat under olika tider. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 13, 1922, s. 1—15, 1 tavla, 5 textfig.

Phragmén, Gösta. Se Westgren, Arne, & Phragmén, Gösta.

von Post, Hampus. Biografier.

Hampus von Post. Till hundraårsminnet av hans födelse. — Landtmannen, Sthlm, Årg. 5, 1922, s. 791—793, 1 portr. i texten.

Nauckhoff, W. Hampus von Posts minne firas. — Svenskt Land, Sthlm, Årg. 6, 1922, s. 488, 1 textfig.

— Hampus von Post. Ett hundraårsminne. — Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 34, 1922, s. 186—187.

von Post, Lennart. Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunna resultat. — Sv. Mosskulturför. Tidskr. Jönköping, Årg. 36. 1922, s. 1—27, 3 textfig.

Rosén, Seth. Se Magnusson, N. H., Munthe, Henr., & Rosén, Seth.

Rune, G. A. Quelques remarques au mémoire de M. Witting sur la surface de la mer, la surface géoïdique et l'élévation fenno-scandinave. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 4, 1922, s. 194—209.

Samzelius, Jonas. Se Sjögren, Hjalmar.

Sandgren, Ragnar, Högbom, Alvar, & Svenonius, Fredr. Beskrivning till kartbladet Väse. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. Ca, N:o 151, 94 s., 1 tavla, 20 textfig.

Geol. unders. utförd 1915—1917 av F. Svenonius med bitr. av J. A. Bergquist samt 1919 av R. Sandgren med bitr. av G. Ekström. Revid. av R. Sandgren 1919 (jordarterna) av A. Högbom 1919—1920 (berggrunden).

Schwartz, Sven. Några anteckningar från en resa i Nordamerikas Förenta Stater år 1921. 1. Kort översikt av Förenta Staternas järnmalmstillgångar och dess tillgodogörande. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 52, 1922, s. 615—618, 2 textfig.

Sernander, Rutger. Arasjöfjällen. En isolerad fjällgrupp i södra Lappland. — Sthlm, Skogsvårdsför. Tidskr., Årg. 20, 1922, Ser. A., s. 237—271, 8 textfig.

— [The development of Rappdal moss.] — Uppsala, Bull. Geol, Inst., Vol. 18, 1922, s. 267—268.

[—] Hur Närke blivit till. — I: Närke, Lärobok för skola och hem av

Edvin Aspling, Josef Gralén och Hjalmar Lindén, Uppsala 1922, s. 9—15, 1 textfig.

Sernander, Rutger. Oscar Montelius och den svenska naturforskningen. — Nord. Tidskr., 1922, s. 52—63, 2 textfig.

[—] Vår växtvärld i forntiden. — I: Närke, Läsebok för skola och hem av Edvin Aspling, Josef Gralén och Hjalmar Lindén, Uppsala 1922, s. 44—54, 4 textfig.

Sjögren, Hjalmar. Nekrolog m. m.

Högbom, A. G. Hjalmar Sjögren in memoriam. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1922, s. III—XV, 1 portr.

Samzelius, Jonas L:son. Bibliographia Sjögreniana. A list of prof. Hj. Sjögren's works. — Ibid., s. XVI—XXVII.

Skottsberg, Carl. Svenska forskningsfärder. — Nord. Tidskr., Sthlm, 1922, s. 249—262.

Sobral, José M. Some physiographic notes on the Sierra de Famatina. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 3, 1921 (tr. 1922), s. 311—326, 9 textfig.

Stensiö, Erik A:son. Notes on certain Crossopterygians. — London, Proc. Zool. Soc., 1922, s. 1241—1271, 1 tavla, 6 textfig.

— Über zwei coelacanthiden aus dem Oberdevon von Wildungen. — Paläont. Zeitschr., Berlin, Bd 4, 1922, s. 167—210, 3 tavl., 9 textfig.

Stenström, Fritz. Jättegrytorna inpå storstaden. En göteborgsk naturskyddsfråga. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 13, 1922, s. 156—157, 1 textfig.

Sundberg, Karl. Nya rön beträffande elektrisk malmletning. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 52, 1922, s. 95—96; svar av Harry J. H. Nathorst, s. 96.

Sundelin, Uno. Ett inlägg i frågan om sjönötens och stenåldersfolkets invandringar samt Bolmens nivåförändringar. — Ymer, Sthlm, Årg. 41 (1921) 1922, s. 363—366.

Sundius, Nils. Om de glacifluviala avlagringarna i Grythyttetrakten. Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C., N:o 308 [= Årsb. 15 (1921): N:o 3], 1922, 52 s., 1 karta, 12 textfig.

Svedmark, Lennart Eugène. Nekrolog.

Lennart Eugène Svedmark. — Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 34, 1922, s. 250.

Svenonius, Fredr. Se Sandegren, Ragnar, Högbom, Alvar, & Svenonius, Fredr.

Svenonius, H. Bevisar avplattningen vid polerna att jorden varit flytande? — Tidskr. f. element. Matem., Sthlm, Årg. 5, 1922, s. 188.

Sölch, Joh. Grundfragen der Landformung in den nordöstlichen Alpen. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 4, 1922, s. 147—193.

Tamm, Olof. I vad mån beror skogens växt på markens mineraliska beskaffenhet? — Skogen, Sthlm, Årg. 9, 1922, s. 17—24, 1 textfig.

— Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. En metod för studiet av brunjorden och dess degeneration. Preliminärt meddelande. (Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden. Vorläufige Mitteilung. — Sthlm, Medd. Statens Skogsförsöksanst., H. 19, 1922, s. 385—404.

TEGENGREN, F. R. The quicksilver deposits of China. — Peking, Bull. Geol. Survey of China, N:o 2, 1920, s. 1—35, 5 tavl., 3 kart., 3 tab.

THALL, E. Världens kaliförekomster. — Vetenskapen och Livet, Sthlm, Årg. 7, 1922, s. 173—181, 11 textfig.

THOMSON, E. Se WALKER, T. L., & THOMSON, E.

THORODDSEN, TH. Nekrolog.

ANDERSSON, GUNNAR. Th. Thoroddsen. — Ymer, Sthlm, Årg. 41 (1921) 1922, s. 361—362, 1 portr. i texten.

TROEDSSON, GUSTAF T. Några anmärkningar om en egendomlig utbildning av kalkspat. — Kbhvn, Medd. D. Geol. För., Bd 5, N:o 18, 1920; 8 s., 3 textfig.

Två meteorfall i Ystadstrakten. — Pop. Astr. Tidskr., Sthlm, Årg. 3, 1922, s. 83—84, 1 textfig.

WALKER, T. L., & THOMSON, E. An examination of lillianite and galenobismutite. — Contrib. to Canadian Mineralogy [= Separat ur Toronto, Univ. of Toronto Studies, Geol. Ser. N:o 12], 1921, s. 1—15.

WESTERGÅRD, A. H. Sveriges olenidskiffer. 1. Utbredning av lagerföljd. 2. Fauna. 3. Trilobita. — Sthlm, Sv. Geol. Unders. Ser. Ca, N:o 18, 1922, VI + 205 s., 16 tavl., 39 textfig., engelsk res. s. 189—205.

WESTGREN, ARNE, & PHRAGMÉN, GÖSTA. Röntgenkristallographische Untersuchungen an Eisen und Stahl. — Die Naturwissenschaften, Berlin, Jahrg. 10, 1922, s. 484—485, 1 textfig.

—, — X-ray studies on the crystal structure of steel. — London, Journ. Iron and Steel Inst., Vol. 105, 1922: I, s. 241—270; disk. s. 263—270, 3 tavl., 3 textfig.

Correspondence. — Ibid., s. 270—273.

—, — Zum Kristallbau des Eisens und Stahls. 2. — Zeitschr. physikal. Chemie, Leipzig, Bd 102, 1922, s. 1—25, 10 textfig.

WIMAN, CARL. Se ANDERSSON, GUNNAR, HALLE, T. G., LÖNNBERG, EINAR, & WIMAN, CARL.

WITTE, HERNFRID. Förteckning över under år 1921 utkommen Torvmarkslitteratur. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 36, 1922, s. 78—86.

WÖHLER, WILLY. Grottan Korphulet å St. Karlsö. — Fauna och Flora, Uppsala & Sthlm, Årg. 17, 1922, s. 276—278, 1 textfig.

SACHRISON, ARVID. Se HOLMSTRÖM, LEONARD.

ZENZÉN, NILS. Studier i och rörande Bergskollegii mineralsamling. 5. Om de förmenta fynden av arsenolit och auripigment vid svenska malmförekomster. — Ark. Kemi, Sthlm, Bd 8, N:o 20, 1922, 4 s.

ÖSTERGREN, HJALMAR. Testholmens expropriation och fridlysning. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 13, 1922, s. 16—25, 7 textfig.

Notiser.

Vorläufige Mitteilung über eine Untersuchung der Kristallstrukturen von FeS und NiS

von

NILS ALSÉN.

a) *FeS.*

Im Januar dieses Jahres habe ich eine röntgenographische Untersuchung über Magnetkies begonnen. G. AMINOFF hatte mir vorgeschlagen, neben der Strukturbestimmung, nach einer Erklärung für den Schwefelüberschuss, der stets im Magnetkies vorhanden ist, zu suchen.

Diagramme nach der Pulvermethode sind von verschiedenen Magnetkiesen aufgenommen worden und ausserdem von Schwefeleisen, dargestellt durch Glühen ohne Luftzutritt von teils pulverisiertem Pyrit und teils einer Mischung von Eisen- und Schwefelpulver. Hierbei werden identische Diagramme erhalten. Schliesslich habe ich auch Filme von Troilit aufgenommen, sowohl meteorischen als auch tellurischen Ursprungs (Fundort des letzteren Del Norte Co California). Ersterer ergibt mit denen des Magnetkieses völlig übereinstimmende Diagramme, letzterer ergibt alle die Linien der vorigen und daneben einige schwache Linien, die ersichtlich von Verunreinigungen herrühren. Dass der Troilit hexagonal kristallisiert und einem — wenngleich unter eigenartigen Bedingungen gebildeten — Magnetkies entspricht, geht unzweideutig aus der Untersuchung hervor.

Bei Anwendung einer Camera, in welcher ein Kristall von Magnetkies um verschiedene kristallographisch definierte Richtungen gedreht wurde, erhielt ich nach der Schiebold—Polanyischen Methode Diagramme, die teils eine Aufmessung der Identitätsabstände längs den angewandten Richtungen gestatten und teils sich sehr gut zur Indizierung der reflektierten Flächen eignen.

Aus den erhaltenen Röntgenogrammen wird folgende quadratische Formel abgeleitet:

$$\mathrm{Sin}^2 \frac{\vartheta}{2} = 0.1060\,(H^2 + HI + I^2) + 0.0289\,L^2$$

Die aus den Drehphotogrammen direkt abgeleiteten und aus den Debyediagrammen korrigierten Werte ergeben folgende Identitätsabstände:

in der Richtung der c-Achse = 5.68 ÅE
» a- » = 3.43 »

Hieraus ergiebt sich das Achsenverhältnis $\frac{c}{a} = 1.66$.

Das von Seligmann[1] durch genaue Kristallmessungen bestimmte Achsenverhältnis beträgt 1.65022.

Nachdem die Dimensionen des Elementarparallelepipeds bestimmt waren, wurde die Anzahl Moleküle in demselben berechnet, und dabei ergibt sich approximativ der Wert 2. Unter Annahme dieses Wertes, wird das spezifische Gewicht auf 5.02 berechnet. Man vergleiche hiermit folgende Werte:

in GROTHS Chem. Krystallographie 4.56 — 4.82
in HINTZES Handbuch der Mineralogie 4.5 — 4.6

und in DAMMERS Handbuch der anorg. Chemie 4.94 für das durch Rotglühen von Pyrit erhaltene Produkt.

Teils um das erhaltene Achsenverhältnis zu kontrollieren, teils um nähere Auskunft über die Symmetrieverhältnisse des Magnetkieses zu erhalten, wurden Lauephotogramme mit der Strahlenrichtung senkrecht zur Basis aufgenommen. Diese ergeben das Achsenverhältnis 1.69 und zeigen völlig hexagonale Symmetrie. Demnach muss der Magnetkies einer der Kristallklassen D_{6h}, C_{6v}, D_6 oder D_{3h} angehören.

Obwohl eine Diskussion über die hier möglichen Strukturen stattgefunden hat, ist eine endgültige Wahl noch nicht getroffen. Doch scheint mir, als ob die von AMINOFF[2] für Rotnickelkies vorgeschlagene mit δ bezeichnete Struktur am wahrscheinlichsten wäre. Der kürzeste Abstand zwischen den Schwefel- und Eisenatomen wird in solchem Falle auf 2.43 berechnet.

FeS in Vereinigung mit Wasser wurde nach zwei verschiedenen Methoden hergestellt, nämlich durch Fällung von $FeSO_4$-Lösung mit $(H_4N)_2S$ und durch Befeuchten einer sehr innigen Mischung von Eisen- und Schwefelpulver mit Wasser. Die in beiden Fällen erhaltenen Produkte geben untereinander identische Diagramme, die keine Ähnlichkeit mit den Magnetkiesdiagrammen haben.

Nach starkem Glühen dieses FeS-Hydrats in H_2S-Atmosphäre während 1¹/₂ Stunden, entstand ein Produkt, das Diagramme ergibt, die mit denen des Magnetkieses identisch sind. Bei schwächerem Glühen wurde FeS_2 erhalten, dessen Diagramme mit denen des Pyrits übereinstimmen.

Ich möchte zuletzt noch erwähnen, dass ich keine Dimensionsveränderung des Gitters bei Steigerung des Schwefelgehalts habe nachweisen können, obwohl Aufnahmen auch mit Präzisionscamera gemacht worden sind.

Durch Glühen einer innigen Mischung von Eisen- und Selen- bezw. Tellurpulver wurden Selen- und Tellurmagnetkiese erhalten. Nach den hergestellten Diagrammen scheint die Kristallstruktur des ersteren mit der des gewöhnlichen Magnetkieses sehr nahe verwandt zu sein, während dagegen für den letzteren keine Übereinstimmung wahrnehmbar ist.

b) *NiS.*

Im Vorhergehenden habe ich erwähnt, wie ein Austausch von S gegen Se stattfinden konnte, ohne dass sich die Kristallstruktur merkbar veränderte. Es war auch naheliegend, die Einwirkung des Austausches von

---

[1] Z. f. Kryst. 1886 11.
[2] Z. f. Krist. LVIII (Festband).

Fe gegen Ni zu untersuchen. Zwar war anzunehmen, dass es keine Ähnlichkeit zwischen den Magnetkies- und Milleritstrukturen geben könne. Andererseits war es mit Rücksicht auf den im Magnetkies stets vorkommenden Gehalt von wechselnder Menge Nickel sehr wahrscheinlich, dass es von Ni S auch eine dem Magnetkies ähnliche Struktur geben würde.

Zuerst wurde eine röntgenographische Untersuchung von Millerit gemacht. Aus den in der Drehcamera, wo ein Milleritkristall um seine c-Achse gedreht wurde, erhaltenen Diagrammen wurde der Identitätsabstand längs dieser Achse hergeleitet. Mit Hilfe derselben wurde auch die Indizierung der spiegelnden Flächen gemacht. Alsdann wurde die quadratische Formel auch mit Anwendung der Debyefilmen abgeleitet. Ein hexagonales Elementarparallelepiped vorausgesetzt, wird die Formel:

$$\sin^2\frac{\vartheta}{2} = 0.0133\,(H^2 + HI + I^2) + 0.0940\,L^2$$

Aus den Konstanten ergibt sich a = 9.66 ÅE und c = 3.14(5); hieraus $\frac{c}{a} = 0.326$. Der von MILLER[1] bestimmte Wert ist 0.32955.

Die Anzahl Moleküle im Elementarparallelepiped wird approximativ auf 9 berechnet. Diesen Wert vorausgesetzt, ergibt sich das spez. Gewicht gleich 5.30; der von Miller angegebene Wert ist 5.26—5.30 und aus Hintzes Handbuch »bis 5.9 selten unter 5.3».

Laueaufnahmen wurden mit der Strahlenrichtung parallell zur c-Achse gemacht. Hieraus wird das Achsenverhältnis = 0.33 berechnet.

Da das Photogramm trigonale Symmetrie zeigt, und es gilt, 9 Moleküle in einem hexagonalen, das heisst 3 in einem rhomboedrischen Elementarparallelepiped zu placieren, sind nur wenige Strukturen möglich, die den Symmetrieklassen C_3, C_{3i}, C_{3v}, D_3 und D_{3d} angehören.

Die Atomlagen werden durch folgende generelle Koordinaten angegeben: m n p, p m n, n p m. Grosses Interesse bietet folgende spezielle Lage,

nämlich 0p (1—p), (1—p) 0p, p (1—p) 0 bezw.
$\frac{1}{2}$ p(1—p), (1—p) $\frac{1}{2}$p, p (1—p) $\frac{1}{2}$

Eine endgültige Wahl unter den für Millerit möglichen Strukturen ist auch nicht getroffen worden.

Material von NiS wurde auch künstlich hergestellt. Ni- und S-Pulver mit geringem Überschuss von S wurde ohne Luftzutritt geglüht. Die Röntgenogramme der so erhaltenen Schmelze zeigen keine Ähnlichkeit mit denen des Millerits, statt dessen aber sind sie denen des Magnetkieses auffallend ähnlich. Die Linien des letzteren, die den Flächen mit dem letzten Index 0 oder 1 entsprechen, decken sich mit den Linien des Ni S-Diagrammes und zeigen auch übereinstimmende Intensität. Sobald der letzte Index über 1 ist, werden dagegen die Abweichungen in der Lage der Linien sehr merkbar.

Die auf den Debyefilmen ausgemessenen $\sin^2\frac{\vartheta}{2}$ genügen folgender quadratischen Formel:

---

[1] Phil. Mag. 1835, 6, 105.

$$\sin^2 \frac{\vartheta}{2} = 0.1063\,(H^2 + HI + I^2) + 0.0332\,L^2$$

woraus sich die Dimensionen des Elementarparallelepipeds berechnen lassen, nämlich $a = 3.42$

$$c = 5.30 \text{ und also das Achsenverhältnis } \frac{c}{a} = 1.55$$

Zwei Moleküle NiS im Elementarparallelepiped vorausgesetzt, erhält das spez. Gewicht den Wert 5.58.

Wenn man die bei Fe S erwähnte Struktur δ annimmt, wird der kürzeste Abstand zwischen den Schwefel- und Nickelatomen auf 2.38 berechnet.

NiS-Hydrat wurde in der Weise hergestellt, dass Lösungen von $NiSO_4$ und $Na_2S_2O_3$ zusammen gekocht wurden. Die Debyefilme dieses Materials zeigen Übereinstimmungen mit denen des Fe S-Hydrats. Nach Glühen in H_2S-Atmosphäre ergibt das Material Diagramme, die mit denen des auf trockenem Wege hergestellten Ni S identisch sind. Ebenso verhält sich auch Millerit. Durch das Glühen hat also eine Umlagerung der Atome stattgefunden. Die diesbezüglichen Einzelheiten werden zum Gegenstand späterer Untersuchungen gemacht werden.

Von Interesse wird es sein, zu beobachten, ob die Modifikation von Ni S, die beim Glühen von Millerit erhalten wird, mit Beyrichit identisch ist. Arbeiten in dieser Richtung sind bereits angebahnt. In Ermangelung passenden Materials habe ich noch keine röntgenographische Untersuchung vornehmen können.

Stockholms Högskolas Röntgenlaboratorium, Dezember 1923.

En kvartär sandsten.

Av

A. Sörlin.

Då jag sommaren 1922 vistades i Rätans s:n i södra Jämtland för uppsökande av issjöleror uppgavs för mig, att sandsten skulle finnas anstående å Rätansjöns sydvästra strand. Då siluriska bergarter uppträda vid Klövsjö några mil längre i nordväst, trodde jag att en ny fyndort för hithörande bildningar förelåg, och gjorde ett besök på platsen för att utröna hur härmed förhöll sig. Det visade sig, att avlagringen i fråga var av betydligt yngre datum.

Platsen är belägen på stranden c:a 2 km nordväst om sjöns sydligaste vik. Terrängen är ganska flack och höjer sig sakta från sjön till ett en halv km därifrån uppstigande berg. Sandstenen träder fram alldeles vid vattenbrynet i form av en starkt avnött häll på några tiotal meters utsträckning, åt landsidan försvinnande under ett metertjockt lager av mjäla. Stranden omkring består också av sand, som närmast hällen är cementerad. Vid täckdikesgrävningen några hundra meter längre upp åt land har man konstaterat, att bottnen även där utgöres av sandsten, och troligen bildar densamma en sammanhängande bädd nerifrån sjön upp till det ovannämnda berget. Färgen varierar från grågul till brun och svart beroende på bindemedlets färg. Detta utgöres huvudsakligen av limonit. De svarta kornen, som dessutom bilda mörka fläckar och strimmor längs stranden, togos först för magnetitkorn, men visade sig vid närmare påseende vara kvarts och fältspatfragment med ett tunt anflog av manganföreningar.

Hällen visar en tydligt framträdande växling av grövre och finare, mörkare och ljusare material och dessutom tydlig diagonalskiktning. Ställvis är materialet så grovt, att bergarten blir konglomeratartad: sålunda finnas enstaka huvudstora, rundade block av en mörk porfyrisk bergart innslutna.

Sandstenen i fråga har tydligen bildats genom en ännu fortgående infiltration av järnhaltigt vatten i den glacifluviala sand, som sannolikt på stora sträckor bildar underlaget till mjälan i denna trakt. En dylik genomdränkning med limonitsubstans kan ju mycket väl tänkas försiggå, utan att sandens ursprungliga skiktning rubbas. På grund av sitt läge alldeles intill vattenlinjen är hällen vid stormar och högvatten utsatt för abrasion, som gör stora framsteg i det lösa materialet Säkerligen har den en gång haft större utbredning. Härom vittna bl. a. de mängder av svart manganöverdragen sand, som vågorna kastat upp på stranden i närheten.

Det kan i detta sammanhang omnämnas, att issjölera anträffats i närheten och den mjäla, som nu täcker sandstenen, är antagligen avsatt i den issjö, som en gång i tiden svallat högt över Rätansjöns nuvarande stränder.

Anmälanden och kritiker.

Till frågan om marina gränsen i Uddevallatrakten.

Av

HENR. MUNTHE.

I föregående häfte av G. F. F. har fil. mag. ERIK LJUNGNER framhållit, att den siffra, 142 *m*, för triangelpunkten å Limsjöberget 5 *km* NW om Uddevalla, från vilken SANDEGREN och jag utgingo vid bestämmandet av M. G. å berget[1], är felaktig — »redan saknaden av decimal antyder, att punkten endast är barometerbestämd» (LJUNGNER, anf. st.) — och bör ersättas med siffran 165 *m*, av LJUNGNER nyligen erhållen vid barometerbestämning. Vår siffra för M. G. här skulle därför, i stället för 128 *m*, bliva 150 *m* och detta resultat utgöra »snarast ett stöd för de gamla kartorna över den kvartära utvecklingen», å en av vilka G. DE GEER[2] angiver M. G. till 141 *m* SO om Lejdeberget i Bokenäs c:a 2 mil SW om Uddevalla och 130 *m* för Backamoplatån c:a 2 mil SO om samma stad.

Med anledning av det sagda anser jag mig böra meddela följande.

Siffran 142 *m* för Limsjöberget finnes angiven å kartan till det geologiska bl. »Uddevalla» och är tydligtvis hämtad från Generalstabens höjdkarta i skalan 1: 500 000, som för punkten i fråga angiver 479 fot (= 142,3 *m*).[1] Ehuru jag, särskilt efter tiden för besöket å Limsjöberget, erfarit, att Generalstabskartornas höjdsiffror i en del (man må hoppas sällsynta) fall äro behäftade med nog så grova fel, satte jag tillit till den anförda siffran med tanke på det uttalande, som en fackman, professor KARL D. P. ROSÉN, för några år sedan på begäran tillställt docenten SUNDELIN[2], och varur följande här torde vara förtjänt av att anföras (SUNDELIN, anf. st., sid. 106): »Südlich von einer Linie, die sich ungefähr von Uddevalla nach Öregrund erstreckt, hat das Allgemeine Reichskartenwerk für die erschienenen topographischen und ökonomischen Karten keine Barometerhöhenmessung angewandt. Die Höhenziffern für Seen in diesem Teile des südlichen Schwedens sind durch Linienabwägung gewonnen und beziehen sich auf die Mittelwasserfläche des Meeres und der Seen. — — Die Höhenziffern auf dem Lande ohne Dezimalen beruhen auch auf Linienabwägung und sind, wenn sie auf dem Boden sicher identifiziert werden können, korrekter als diejenigen auf der Wasserfläche».

---

[1] Jfr MUNTHE, JOHANSSON och SANDEGREN: Göteborgstraktens geologi, Göteborgs jubileumspublikationer. Göteborgstraktens natur, sid. 204 och kartan, Tavl. 3.

[2] Se särskilt kartan över Södra Sverige i senglacial tid. S. G. U., Ser. Ba, N:o 8, 1910.

Som jag emellertid hade anledning antaga, att siffran 479 var osäker. hänvände jag mig i saken hösten 1922 till Rikets allmänna kartverk, varest dock lämnades det besked, att bl. a. den ifrågavarande, efter allt att döma nyligen avvägda, triangelpunkten ännu icke var uträknad. Jag ansåg mig därför t. v. böra godtaga den gamla siffran; dock medgiver jag, att en reservation hade bort införas. För att om möjligt få frågan fullt klarlagd nu har jag gjort en förnyad hänvändelse till Rikets allmänna kartverk, och har statsgeodeten W:M NILSON godhetsfullt verkställt en undersökning, som givit följande i en skrivelse av den 9 nov. 1923 meddelade resultat.

»Vid bearbetningen av den barometerhöjdmätning, som 1885 gjordes å Uddevallabladet av Top. avd:n i och för höjdkartan i sk. 1: 500 000, har, vad Limsjöberget beträffar, en förväxling sannolikt skett, då enligt protokollet en punkt Lamsjöberg blivit höjdbestämd till 479 fot». (Mig förefaller dock som blott en felskrivning (av *i* ist. f. *a*) föreligger, enär kartans punkt är förlagd just till Limsjöbergets nuvarande triangelpunkt). I fortsättningen säger NILSON: »Vad Lejdeberg beträffar har jag omräknat dess höjd enl. våra nya tabeller för barometermätning — — och funnit dess höjd vara 146 *m* (= 492 fot i st. f. höjdkartans 515). Om härtill lägges den genom trig. höjdmätning funna höjddiff. Lejdeberg — Limsjöberg 20.6 *m* erhålles Limsjöbergets höjd 167 *m*, vilket väl överensstämmer med fil. mag. Ljungners värde 165. Medeltal 166 meter.»

Emellertid tillägger NILSON, att »Lejdebergets höjd är bestämd med en barometer med havsytan som utgångspunkt och har för förflyttningen mellan Lejdeberg och havet åtgått en tid av 1 tim. 15 min. Ang. noggrannheten kan jag ej uttala mig, då av protokollet intet framgår».

Av detta tillägg följer alltså, att frågan ännu icke kan anses tillräckligt klarlagd, utan får man antingen avvakta den definitiva uträkningen av höjdbestämningen vare sig av Lejdebergets eller Limsjöbergets triangelpunkt, en uträkning som dock alltfort lär vänta på sig, eller också tubavväga endera punkten, ty att lita enbart på barometerbestämningar, där avståndet mellan en säker utgångspunkt och den sökta nya punkten är så pass stort som här är fallet, är i regeln inte tillrådligt, även om i detta fall felet möjligen kan visa sig vara obetydligt.

---

[1] Enär nämnda höjdkarta upptager enbart siffror utan decimal, alltså även i de fall, då de referera sig till fixpunkter, och generalstabskartan, bl. »Uddevalla» saknar siffror här, (varemot sådana finnes för Lejdebergets triangelpunkt), är LJUNGNERS första ovan citerade anmärkning skäligen omotiverad.

[2] Jämför U. SUNDELIN: Über die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Östergötlands und Smålands. Bull. Geol. Inst. of Upsala, Vol. XVI, 1919.

Såsom andra exempel på Generalstabskartornas ovan antydda felaktiga siffror skola här anföras följande.

Höjdkartan i skalan 1: 500 000 har för sjön (Skarsjön) Ö om Ljungs kyrka S om Uddevalla siffran 409 fot, medan den geologiska kartan, bl. »Uddevalla» (utgivet 1901), har 32 *m*. Siffran 409 är säkerligen felskriven för 109. (Detta har f. ö. förbisetts av G. DE GEER, som å den förut citerade kartan av 1910 förlagt nämnda sjö med omgivningar ovan det senglaciala havets område utan att märka den inkonsekvens, som ligger uti, att trakten SO härom med ett par småsjöar och en bäck, som rinner till Skarsjön, förlagts inom det senglaciala havets område.)

Å Generalstabskartan bl. »Askersund» i skalan 1: 100 000 (utgiven 1888) är punkten för höjdsiffran 133.3 placerad å vägen mitt för skolhuset NW om Lekhyttan i Hidinge socken, medan å det geologiska bl. »Riseberga» (utgivet 1874), varifrån den nämnda siffran är hämtad, punkten för siffran (449 fot) är förlagd å vägen c:a 90 *m* SO om det ännu kvarstående skolhuset. Skillnaden i höjd mellan dessa båda punkter är c:a 6.5 meter!

Generalstabskartan bl. »Hamra» angiver för Hoburgens topp 20.0 *m* i stället för 35.2 *m*, vilken senare siffra är (avrundad till »c:a 35») publicerad redan för 10 år sedan[1]), men rättelse är icke införd å en del senare kartor, t. ex. Sverige i 32 kartblad, 1916.

Det anförda må vara nog för att visa, dels att prof. ROSÉNS vittnesbörd rörande Generalstabskartornas höjdsiffror icke i alla fall stämmer med verkligheten (jämför även NILSONS och LJUNGNERS uttalanden), dels också, att man vid kommande undersökningar bör, om möjligt, utgå ifrån punkter, som kunna på ett eller annat sätt kontrolleras vare sig före eller efter avvägningen, ty eljest kan man riskera att få värden, vilka, såsom exempelvis i fallet Limsjöberget, leda till väsentligt oriktiga vetenskapliga slutsatser.

Vad till sist beträffar M. G. å eller i närheten av Lejdeberget, lyckades vi (SANDEGREN, CALDENIUS och jag) icke vid vårt besök 1922 finna säkra märken av havets härvaro högre än c:a 33 *m* lägre än toppen med siffran 153, alias 146 *m* (se ovan), d. v. s. resp. 120 och 113 *m* ö. h., varjämte syftning med tuben mot det område, där DE GEER förlagt sin siffra 141 *m* ö. h. för M. G., och undersökning här gav vid handen, att traktens högsta delar icke nå upp till mera än c:a 135 (153—18), alias c:a 128 (146—18) *m* ö. h. Enligt benäget meddelande (dec. 1922) av DE GEER har han bestämt punktens läge genom »invinkling å den goda sjökortspecialen i 1: 50 000» och dess höjd genom vinkelmätning med Tesdorphs tub, och anser han »höjdvärdet antagligen fullt användbart». Är värdet å M. G. å Limsjöberget c:a 150 och å Backamo c:a 130, torde M. G. å Lejdeberget emellertid icke ligga så högt som 141 *m* ö. h.

---

[1] MUNTHE: Drag ur Gottlands odlingshistoria etc. S. G. U. Ser. Ca, N:o 11, 1913. Tavl. 1 och 2.

De sista årens undersökningar av M. G. och B. I. G. inom delar av södra Sverige hava givit vid handen, att en revision av ett flertal hittills offentliggjorda siffror är i hög grad av behovet påkallad. Emellertid har jag ännu icke, på grund av andra arbeten, hunnit verkställa en ingående sådan revision annat än inom några få trakter men hoppas få tillfälle att nästa sommar utsträcka undersökningarna till flera områden, och vore det högligen önskvärt, att biträde därvid kunde erhållas från ett par intresserade och duktiga yngre geologers sida, enär dylika undersökningar, som vanligtvis kräva noggranna avvägningar med tub eller i en del fall spegel, äro tidsödande. De äro f. ö. i hög grad önskvärda ur synpunkten av det stora intresse, varmed de många men invecklade spörsmålen rörande Nordens senkvartära nivåförändringar från skilda håll omfattas och diskuteras, en diskussion som dock måste komma att mer eller mindre hänga i luften, alldenstund underlaget för densamma i vissa hänseenden är alltför ofullständigt och därtill oriktigt. Enär jag f. n. är sysselsatt med en sammanställning av de värden, som hittills dels publicerats och dels genom egna och några andra geologers undersökningar vunnits rörande marina gränsen, Baltiska issjögränsen samt Ancylussjöns och Litorinahavets gränser i Norden, bland annat i ändamål att bilda mig en uppfattning om, vilka trakter som äro mest i behov av revision, vore det synnerligen önskvärt, att observationer över dylika värden antingen snarast bleve offentliggjorda eller — åtföljda av närmare upplysningar rörande läge, utbildning, avvägningssätt m. m. — mig delgivna under adress, Sveriges Geologiska Undersökning, *Stockholm 50.* Härigenom kunde f. ö. undvikas, att samma områden onödigtvis blevo undersökta av två eller flere geologer.

Bemerkning til R. Häggs opsats om Västra Sveriges nordligaste og högst belägna skalbank.

Av

J. REKSTAD.

Til denne opsats vil jeg få knytte et par bemerkninger. Der finnes en skjellbanke lengere nord i vestre Sverige enn den av HÄGG beskrevne. Den ligger omtrent 600 meter syd for Hulbekk grenserøis (r. nr. 28) nær grenselinjen mot Norge. Den ligger i nordvestlig retning for banken i Silbodals socken og er omtalt i N. G. U. publikasjon nr. 91, s. 22 (Kvartære avleiringer i Østfold).

Efter måling med aneroid ligger den 171 m o. h., altså litt höiere enn banken i Silbodal.

De arter som finnes i størst antall i banken ved Hulbekk røis er: *Mytilus edulis, Macoma baltica* og balaner. Skjellmassen går op under matjordlaget, og den ligger nær op under den marine grense (5 % stigning).

Med hensyn til forekomsten av *Macoma baltica* i Østfold (Smålenene), så er denne art ifølge senere undersökelser funnet på flere steder i indre Østfold op til den marine grense; konfr.

N. G. U. nr. 88, Eidsberg, 338, 40 og 60. og
» nr. 91, Kvartære avleiringer i Østfold, s. 20—22.

Mötet den 1 november 1923.

Närvarande 71 personer.

Ordföranden, hr G. De Geer, meddelade, att styrelsen till medlemmar i Föreningen invalt

Kamrern vid Stockholms Högskola, löjtnant A. S. Edström, föreslagen av hrr Quensel och G. De Geer, samt

Fil. stud. G. A. Gustafsson, Uppsala, föreslagen av hr G. Frödin.

Hr A. G. Högbom höll ett föredrag om den subkambriska landytan vid foten av Kinnekulle, som föredr. tillsammans med adj. N. G. Ahlström undersökt under de två senaste somrarnas osedvanligt låga vattenstånd i Vänern, varigenom denna yta var i jämförelsevis stor utsträckning blottad längs foten av Kinnekulle mellan Blomberg och Hällekis.

Nedanför den 10—15 *m* höga sandstensbrant, som bildar Kinnekulles understa avsats, utbredde sig mellan hög- och lågvattenslinjen ett strandbälte, som där det var som bredast nådde några hundra meter. Att detta strandplan icke var en produkt av den nutida Vänern framgick bl. a. därav, att det flerstädes ända inemot sandstensbranten visade glaciala avslipningsformer och refflor. Strandplanets berggrund utgjordes dels av urbergets gnejs, dels av de understa bankarna av den kambriska sandstenen och dess bottenkonglomerat, vilka dock aldrig till större mäktighet än ett par decimeter täckte gnejsen. Ofta syntes för övrigt, där denna eljes var rådande, små fläckar och sprickfyllnader av dessa kambriska bottenbildningar. Sandstenen var på strandplanet utsatt för en stark söndersprängning genom frost, och de lössprängda styckena voro av kustisen hopskjutna till tydliga vallar på flera ställen. Bitarnas skarpkantighet visade, att detta i stor utsträckning skett under de senaste årens lågvattensperiod. På detta sätt var den subkambriska gnejsytan i betydande utsträckning blottlagd utan att förlora något avsevärt i sitt prekambriska utseende. Den visade sig, i synnerhet mellan Hjälmsäter och Råbäck, vara utomordentligt jämn, närmast jämförlig med den av MUNTHE från Halleberg beskrivna lokaliteten. N om Råbäcks hamn, där gnejsen överallt visade spår av glacial slipning, var terrängen mera ojämn, men det kunde av de talrika vid den häftande små sandstens- och konglomeratfläckarna slutas, att ojämnheterna, som i huvudsak vore uttryck för gnejsens bankning och växlande beskaffenhet, till det mesta förefunnos redan i prekambrisk tid. Såsom mycket egendomligt framhölls, hurusom den glaciala erosionen här, liksom på andra ställen, där den subkambriska landytan vore väl bibehållen, nästan icke alls angripit denna, utan liksom avstannat just när den hunnit ned till de kambriska bottenbildningarna och bortskaffat dessa till det mesta. Vidare beskrevs den subkambriska gnejsytans vittringsföreteelser, som i det hela sträckte sig endast obetydligt, en eller några få *cm* nedåt; vittringen bestod icke blott i en kaolinisering av plagioklasen, utan även i en förträngning av denna genom kalkspat och kalcedon. Slutligen omtalades några petrografiska egendomligheter i sandstenens bottenlager, konglomeratets och sandstensgångarnas uppträdande och sammansättning, varjämte påpekades några andra för kunskapen om den subkambriska landytan och den prekambriska denudationen anmärkningsvärda förhållanden, som framgingo av studierna över denna strandsträcka. Ett större antal bilder och profiler illustrerade föredraget. En uppsats i ämnet inflyter i den under tyckning varande Vol. XIX of Bull. of the Geol. Inst. of Uppsala.

Med anledning av föredraget yttrade sig herr G. DE GEER och föredraganden.

Hr L. VON POST höll ett av talrika diagram och profiler belyst föredrag om södra Sveriges torvtillgångar.

Med anledning av föredraget yttrade sig hr G. DE GEER och föredraganden.

Föredraget är under tryckning i tidskriften Nordisk Jordbruksforskning (Berättelse för Nordiske Jordbrugsforskerers Forenings kongress i Göteborg, juni 1923).

Utställningen omfattade ett urval av torvinventeringens kartor, diagram och kortregister över torvmossar.

Till införande i Förhandlingarna anmälde sekreteraren
H. V. ECKERMANN: The Rocks and Contact Minerals of Tennberg.

Mötet den 6 december 1923.

Närvarande 43 personer.

Ordföranden, hr G. De Geer, meddelade, att styrelsen till medlem i föreningen invalt

Fil. stud. Hjalmar Larsén, Uppsala, föreslagen av hr G. Frödin.

Meddelades att Kungl. Maj:t beviljat Föreningen ett anslag av kr. 2 000 för år 1923.

Förrättades i stadgarna föreskrivna val av funktionärer för 1924, varvid utsågos:

till ordförande överdirektör Axel Gavelin,
» sekreterare professor Percy Quensel,
» skattmästare d:r K. E. Sahlström,
» styrelseledamöter professor G. De Geer och statsgeologen R. Sandegren.

Till revisorer för 1923 års förvaltning valdes d:r Bertil Högbom och d:r Bertil Halden, med d:r G. Ekström som suppleant.

Dagen för januarisammanträdet bestämdes till andra torsdagen i månaden.

Professor J. J. Sederholm höll ett av kartor och ljusbilder belyst föredrag om granit-gnejsproblemen, belysta genom nya iakttagelser i Åbo-Ålands skärgård.

En uppsats i ämnet kommer framdeles att publiceras i Förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr Holmquist, G. De Geer, Gavelin, Hagerman, Bäckström och föredraganden.

Till införande i Förhandlindarna anmälde sekreteraren:

G. Erdtman, Iakttagelser från en mikropaleontologisk undersökning av nordskotska, hebridiska, orkadiska och shetländska torvmarker, samt

G. T. Troedsson, Om krokodilfynden i Skånes yngsta krita.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Anm. F efter titel utmärker hållet *föredrag.*
RF » » » *referat* av hållet föredrag.
N » » » *notis.*
U » » » *uppsats.*

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

Uppsatser, notiser, föredrag och diskussionsinlägg.

Sid.

Almström, G. Karl, Om akrochorditens kemiska sammansättning. U. 117
— — Anderbergiten från Ytterby. U. 119
Alsén, Nils, Vorläufige Mitteilung über eine Untersuchung der Kristallstrukturen von FeS und NiS. N. 606
Aminoff, G., Om en association med barylit och hedyfan vid Långban. U. 124
— — Om mineralet tilasit vid Långban. U. 144
— — Finnemanit, ett nytt blyarsenit från Långban. U. 160
— — De senaste årens bidrag till Långbans mineralogi. F. 391
— — Hjalmar Sjögren som mineralog. U. 574
Arnborg, J., Arkeologiska och geologiska tidsbestämningar med särskild hänsyn till Pencks istidschema. F. 397
Arrhenius, Olof, Yttrande med anl. av V. M. Goldschmidts föredrag om glimmermineralens betydning som kalikilde 387
Asklund, B., Bruchspaltenbildungen im südöstlichen Östergötland nebst einer Übersicht der geol. Stellung der Bruchspalten Südostschwedens. U. 249
Backlund, Helge G., Minnesord om Walter Penck. N. 445
— — Torbern Fegræus †. Minnesord. U. 592
Bæckström, Olof, Bidrag till kännedom om sulfidmalmernas geologi inom Dannemorafältet. U. 286
Braun, G., Über einen neuen Fund von Geschiebemergel über Sanden bei Torneå. N. 164
Cleve-Euler, Astrid, Försök till analys av Nordens senkvartära nivåförändringar. U. 19
— — Issjötappningen vid Billingens nordspets. F. 463
De Geer, Gerard, Nya undersökningar rörande Skandinaviens nivåförändringar. F. 224
— — Yttrande med anl. av S. Johanssons föredrag om den baltiska insjöns tappning 395
— — Yttrande med anl. av J. Arnborgs föredrag om arkeologiska och geologiska tidsbestämningar 397

Sid.
De Geer, Gerard, Yttrande med anl. av A. Cleve-Eulers föredrag om issjötappningen vid Billingens nordspets 463
— — Meddelande ang. publikationsserien Mesure d'un Arc de Méridien au Spitzberg, Mission Suédoise. RF. 463
v. Eckermann, Harry, The Rocks and Contact Minerals of Tennberg. U. 465
Ekholm, Gunnar, Ett arkeologiskt bidrag till frågan om nivåförändringarnas anomalier. U. 108
Eklund, Josef, Skelleftefältets geologi. RF. 219
Erdtman, G., Iakttagelser från en mikropaleontologisk undersökning av nordskotska hebridiska, orkadiska och shetländska torvmarker. U. 538
Flink, Gust., Förteckning på Stockholms Högskolas samling av nya mineral från Långban. N. 441
— — Weslienit, ett nytt mineral från Långbans gruvor. N. 567
Gavelin, Axel, Resultaten av de malmgeol. undersökningarna inom Västerbottens län. RF. 216
Geijer, Per, Volframit från Riddarhyttan. U. 434
— — Riddarhytte malmfälts geologi. F. 462
Goldschmidt, V. M., Glimmermineralens betydning som kalikilde för vegetationen. RF. 387
Hedström, Herman, Om *Leperditia phaseolus* (His.) från Visbytrakten. N. 335
Hesselman, H., Yttrande med anl. av V. M. Goldschmidts föredrag om glimmermineralens betydning som kalikilde 390
Holmquist, P. J., Yttrande med anl. av G. De Geers föredrag om nya undersökningar rörande Skandinaviens nivåförändringar 225
Högbom, A. G., Yttrande med anl. av J. Eklunds föredrag om Skelleftefältets geologi 223
— — Om den subkambriska landytan vid foten av Kinnekulle. RF. 614
Hägg, Richard, Västra Sveriges nordligaste och högst belägna skalbank. U. 436
Johansson, Simon, Baltiska issjöns tappning. RF. 392
— — Yttrande med anl. av föregående 396
Ljugner, Erik, Om övre marina gränsen i Uddevallatrakten. N. 445
Magnusson, Nils, The alkaline rocks of Siksjöberget and Ekorråsen in Särna. U. 295
— — Långbans gruvors geologi. F. 391
Norin, Erik, Om den litologiska karaktären av Angaraseriens permo-triassiska sediment. F. 463
v. Post, Lennart, Södra Sveriges torvtillgångar. F. 615
Rinne, F., Physikalische Bemerkungen zur Tektonik der Erdbaumassen. F. 392
Sahlström, K. E., Yttrande med anl. av S. Johanssons föredrag om baltiska issjöns tappning 395
Sederholm, J. J., Om granit-gneisproblemen belysta genom nya iakttagelser i Åbo-Ålands skärgård. F. 616
Sörlin, A., En kvartär sandsten. N. 609
Troedsson, G. T., Försök till jämförelse mellan Sveriges och Nordamerikas ordoviciska graptolitskiffrar. U. 227
— — Iakttagelser och anmärkningar om diabasens kontaktförhållanden på Västgötabergen. U. 399
— — Isälvserosion på Ålleberg. U. 422
— — Om krokodilfynden i Skånes yngsta krita. U. 546
Åhlander, F. E., Förteckning över svensk geologisk litteratur för år 1922. U. 598

Anmälanden och kritiker.

Sid.

Antevs, E., Ref. av W. A. Johnston, Sedimentation in Lake Luise, Alberta . 454
Backlund, H. G., Ref. av Contributions from the Nyström Inst. for Scientific Research in Shansi, N. China 452
Cleve-Euler, Astrid, Svar på N. Sundelins inlägg i frågan om nivåförändringarna i Kalmartrakten 448
Geijer, Per, Till diskussionen om malmbildningen vid Riddarhyttan 362
Hede, J. E., Svar på H. Hedströms inlägg i frågan om Gotlands silurstratigrafi 198
— — Genmäle till H. Hedström med anl. av hans inlägg: Ytterligare om Gotlands silurstratigrafi 349
Hedström, Herman, Till frågan om Gotlands silurstratigrafi 167
— — Ytterligare om Gotlands silurstratigrafi 341
Hägg, R., Ref. av K. Brünnich-Nielsen, Cerithiumkalken i Stevn Klint . . . 211
— — Ref. av A. Rosenkrantz, Craniakalk fra Kjöbenhavns sydhamn . . . 212
— — Ref. av J. P. Ravn, Kridaflejningerne paa Bornholms Sydvestkyst . . 214
— — Ref. av J. P. Ravn, Kridaflejningerne paa Bornholms sydvestkyst og deres fauna 385
— — Ref. av A. Rosenkrantz, En ny Köpenhavnsk lokalitet for förstenings-förende Paleocen 455
— — Ref. av K. Brünnich-Nielsen. Indelningen av Danienit i Danmark og Skaane 456
Lundqvist, G., och Thomasson, H., Dictomacéekologien och kvartärgeologien . 379
Munthe, H., Till diskussionen om Gotlands silurstratigrafi 337
— — Till frågan om marina gränsen i Uddevallatrakten 610
v. Post, L., Dags mosse och d:r A. Cleve-Eulers gungningshypotes 367
Rekstad, J., Bemerkning till R. Häggs opsats om Västra Sveriges nordligaste och högst belägna skalbank 613
Sandgren, R., Ref. av E. Antevs, The recession of the last ice sheet in New England 208
Sundelin, U., Ett inlägg med anledn. av A. Cleve-Eulers avhandling: Försök till analys etc. 375
Sundius, Nils, Om de malmgenetiska problemen i Riddarhytte malmfält . . . 354
Thomasson, H., se Lundqvist, G. och Thomasson H. 379

Geolognytt 458

Mötet den 11 januari 1923 216
» » *1 februari* » 224
» » *22* » » 387
» » *1 mars* » 390
» » *22* » » 392
» » *5 april* » 392
» » *3 maj* » 462
» » *4 oktober* » 462
» » *1 november* » 614
» » *6 december* » 616

Ledamotsförteckning 3
Publikationsbyte 15

Sid.
Beslut ang. anordnandet av utställningar vid Fören:s sammanträden 216
Revisionsberättelse 390
Ansökan om statsanslag 390
Val av styrelse och revisorer för 1924 616

Under år 1923 invalda ledamöter:

K. Sundberg, E. Husberg, Axel Barkenberg, E. Hultman, Martti Saxén, O. Kulling 216
Birger Carlsson, O. Berthelius, F. Hj. Kihlstedt. E. Evetz 224
G. Johansson, S. Landergren 390
M. E. Almin, V. Auer, G. Beskow 392
A. Bugge 462
H. Olsson 463
A. S. Edström, G. A. Gustafsson 614
Hj. Larsén 616

Under år 1923 avlidna ledamöter:

H. Berghell 392
M. Weibull, T. Fegræus, E. Erdmann 458

Förteckning över tavlorna.

Tavl. I. Kartskiss över S. Fennskandias lägen och rörelser under landisens avsmältning 32
» II. Kartor och profiler från delar av bladen Torönsborg och Gusum . 274
» III—XIII. Illustrationer till Tennbergets bergarter och mineral.
» XIV. Petrografisk karta över Tennbergets kalkbrott 534
» XV. Profil genom Tennbergets kalkbrott 534

Rättelse.

S. 402. I figurförklaringen, andra raden, står sist *fig. 1*, skall vara *fig. 2*.